

Санкт-Петербургский государственный университет

Шпилева Елена Михайловна

Выпускная квалификационная работа

РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ
ЗОН ПОИСКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛМАЗОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ
АЛМАЗОНОСНОСТИ УЧАСТКОВ

Основная образовательная программа магистратуры

«Геоинформационное картографирование»

Научный руководитель: д.т.н.,
профессор Баденко Владимир Львович
Рецензент: Топаж Александр Григорьевич

Санкт-Петербург 2018

РЕФЕРАТ

Отчет 58 с., 8 рис., 5 табл., 175 источника, 3 прил.

БАЗА РЕШАЮЩИХ ПРАВИЛ, ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА, ДЕШИФРОВОЧНЫЕ ПРИЗНАКИ, ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ, ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОСМИЧЕСКИЕ СНИМКИ, ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ АЛМАЗОНОСНОСТЬ.

Объектом исследования являются процессы формирования тематических признаков месторождений драгоценных камней на основе данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ).

Предметом исследования являются геоинформационное обеспечение для локализации зон поиска месторождения алмазов, на основе методов принятия решений о потенциальных участках месторождения драгоценных камней и сопровождающих минералов.

Цель работы — разработка методики по комплексному использованию методов принятия решений о потенциальных участках месторождения алмазов в среде ГИС.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- Аналитический обзор методов прогнозирования для определения потенциальных участков месторождения алмазов;
- Анализ основных методов поиска коренных источников алмазов;
- Анализ ряда дешифровочных признаков;
- Формирование шкалы оценки дешифровочных признаков для ГИС с использованием вероятностных методов;
- Разработка эталонного метода формирования решающих правил;
- Получение идентификаторов;
- Формирование шкалы соответствия дешифровочных признаков и базы решающих правил;
- Проверка степени доверия разработанного метода.

В процессе работы создавалась методология по комплексному использованию методов принятия решений, проводились экспериментальные исследования для создания базы решающих правил в рамках имитационного моделирования в среде ГИС.

Полученные результаты — в среде ГИС создана картографическая модель, отображающая зону потенциально алмазоносной территории. Проведена проверка степени доверия разработанного метода. Так в ходе тестирования разработки, совпадение

предполагаемого места расположения объекта и реального его залегания, составило значение равное 83%, что позволило выявить потенциально алмазоносный участок.

Основные конструктивные и технико-эксплуатационные показатели: высокая эффективность получаемых результатов имитационной модели, для принятия оперативных и стратегических решений.

Степень внедрения – ООО «СК-Гарант» заинтересовано в эксплуатации разрабатываемой методики по комплексному использованию методов принятия решений о потенциальных участках месторождения драгоценных камней в среде ГИС, создаваемой в рамках выпускной квалификационной работы для мониторинга и геологоразведочных работ на территории республики Хакасия.

Эффективность разрабатываемой методики по комплексному использованию методов принятия решений о потенциальных участках месторождения драгоценных камней в среде ГИС, определяется ее высокой точностью при локализации потенциально алмазоносных участков. Метод позволяет значительно сократить затраты на реализацию проекта, оптимизировать транспортные расходы, а также позволяет полнее учитывать пространственную информацию при принятии оперативных и стратегических решений.

Комплекс методов принятия решений о потенциальных участках месторождения драгоценных камней в среде ГИС, может применяться для поиска и мониторинга алмазоносных пород и минералов спутников, а так же моделирования при принятии управленческих решений.

СОДЕРЖАНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ	5
ВВЕДЕНИЕ	6
1.ОБЗОР	8
1.1 Аналитический обзор методов	8
1.1.1 Методы прогнозирования для определения потенциальных участков месторождения драгоценных камней.....	8
1.1.2 Анализ основных методов поиска коренных источников алмазов	11
1.1.3 Выводы по разделу	14
2. МЕТОДЫ.....	15
1.2. Анализ дешифровочных признаков.....	15
1.2.1 Выводы по разделу	18
2.2 Методика формирование шкалы оценки дешифровочных признаков для ГИС с использованием вероятностных методов.....	18
2.2.1 Выводы по разделу	21
3. РЕЗУЛЬТАТЫ	22
3.1 Эталонный метод формирования решающих правил	26
3.1.1 Получение идентификаторов	23
3.1.2 Формирование шкалы соответствия дешифровочных признаков и базы решающих правил	
3.1.3 Проверка степени доверия разработанного метода	25
3.1.4 Выводы по разделу	26
ВЫВОДЫ	28
ЛИТЕРАТУРА	30

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем отчете о выпускной квалификационной работе применяются следующие термины с соответствующими определениями.

Сокращение	Термин	Определение
АС	Автоматизированная система	Автоматизированная система, разрабатываемая для принятия решения
БД	База данных	База данных тематических дешифровочных признаков, используемых в АС
ГИС	Географическая информационная система	Географическая информационная система, применяемая для оценки потенциальной алмазоносности участка
ДЗЗ	Дистанционное зондирование Земли	Данные дистанционное зондирование Земли (световая температура, анализ лазерного профиля) которые применяются в АС
КС	Космические снимки	Космические снимки исследуемых территорий (анализ цветовых характеристик)
ПА	Потенциальная алмазоносность	Показатель характеризующий вероятность нахождения алмазов, отражается в минералогических критериях алмазоносности, на основе которых выделяются гранаты, по составу соответствующие алмазоносным парагенезисам
ПКМ	Приазовский кристаллический массив	Геологическая зона, состоящая из метаморфических и магматических образований архея и протерозоя
ПО	Программное обеспечение	Набор команд для компьютера
РЛС	Радиолокационная станция	Система радиолокации, применяемая для анализа поверхности

ВВЕДЕНИЕ

Геоинформационные системы (ГИС) являются эффективным инструментом по информационной поддержке решений во многих отраслях [1] и геологии, в частности [2 – 3]. При этом, например, методы нахождения месторождения драгоценных камней [4], которые находят практическое применение, является узконаправленными и рассчитаны только для применения на определенном типе местности [4]. Основные трудности, связанные с локализацией зоны поиска месторождения драгоценных камней, возникают из-за недостаточного количества априорных данных для анализа [5], высокой стоимости оборудования для отбора образцов [6 – 7], а также трудоемкости собственно процесса их сбора и обработки [8 – 10]. В современных реалиях [9 – 15] актуальной является задача по разработке методики по комплексному использованию методов принятия решений о потенциальных участках месторождения драгоценных камней в среде ГИС. Эта задача рассматривается в данной работе на примере разработки геоинформационного обеспечения для локализации зон поиска месторождения алмазов и определения потенциальной алмазоносности участка.

На основе анализа существующих методов было установлено, что для распознавания месторождения алмазов целесообразным будет совместное использование комплекса методов, основанных на косвенных дешифровочных признаках [3]. Эти признаки формируются по эталонным участкам, выбранным по критерию соответствия исторически обоснованным местам залегания драгоценных камней [16] и анализа данных дистанционного зондирования (ДДЗ) [1]. Входной информацией для формирования тематических признаков послужили статистические данные [17 – 23] и данные космического мониторинга применительно к разработанным месторождениям драгоценных камней, таких как “Мир” в России, “Робертс Виктор” в Южной Африке и “Мвадуи”, Танзания.

Анализ соответствующих тематических признаков позволил сформировать шкалу для оценки дешифровочных признаков с использованием вероятностных методов [24 – 27] (дешифровочные признаки – свойства объектов, которые прямо или косвенно находят отображение на снимках и обеспечивают их последующие распознавание, в то время как тематические признаки являются не негеометрическими данными пространственных объектов, эта может быть специфическая для объектов текстовая информация, числовая и другая представляющая собой негеометрические характеристики рассматриваемых объектов). На основе теоремы Байеса был проведен расчет, результатом которого стала таблица приоритетов с определением весов на основные дешифровочные признаки.

Таковыми признаками являются: форма объекта на исследуемой территории [28 – 32], его размер, цветовые показатели [33 – 37], текстура объекта [38 – 45], его историческое место расположения [46] и растительность, покрывающая его поверхность [47 – 51].

Для формирования решающих правил использовался эталонный метод [52 – 58], основанный на методике создания базы знаний [59 – 67] и назначения весов на дешифровочные признаки [68]. По полученной информации определяются идентификаторы. На основе использования теоремы Байеса, была сформирована шкала соответствия дешифровочных признаков (идентификаторов), по этой шкале была построена база решающих правил.

Эти решающие правила позволяют в среде ГИС локализовать участки по их степени алмазоносности.

В результате в среде ГИС создается картографическое изображение зоны залегания алмазов, проводится проверка степени доверия разработанного метода. Так в ходе тестирования разработки, совпадение предполагаемого места расположения объекта и реального его залегания, составило значение равное 83%, что позволило выявить потенциально алмазоносный участок.

1. ОБЗОР

1.1 Аналитический обзор методов

В данной главе представлен краткий обзор методов прогнозирования применяемых в среде ГИС. Здесь даны общие определения и набор общепринятых методов для построения прогнозных моделей. В данной главе не преследуется цель дать исчерпывающее описание всех существующих методов распознавания образов и принятия решений, а лишь представлены самые целесообразные из них.

1.1.1 Методы прогнозирования, применяемые в ГИС, для определения потенциальных участков месторождения алмазов

Методы прогнозирования являющиеся основополагающими в ГИС, существующие в данный момент, условно можно разделить на следующие категории:

- предвидение [69];
- целеполагание [71];
- планирование [72];
- программирование [73];
- проектирование [74];
- перспективы развития процессов с целью выявления проблем, подлежащих решению [75].

Проведя историческую аналогию, можно сказать, что основные 3 метода построения прогнозных моделей [76], предложенные в 1927 году В. А. Базаровым-Рудневым, такие как:

- экстраполяция;
- аналитическая модель;
- экспертиза [1];

не удовлетворяют современным требованиям по точности прогноза и не учитывают ряд существенных тематических признаков.

В настоящее время существует уже около 220 методов прогнозирования [77], но чаще всего на практике используются не более 10. Среди них:

- фактографические (экстраполяция, интерполяция, тренд-анализ);
- экспертные (в т. ч. опрос, анкетирование);
- публикационные (в т. ч. патентные);

- цитатно-индексные;
- сценарные;
- матричные;
- моделирование;
- аналогий;
- построение графов и т.д.

В последнее время стали появляться новые методы:

— адаптивные методы прогнозирования — построение самонастраивающихся моделей, способных отражать изменяющиеся во времени динамические свойства временного ряда и учитывать информационную ценность его членов [78];

— морфологическое исследование (для систематического и непредубежденного отбора возможностей в связи с изыскательским прогнозированием) [79];

— ретроальтернативистика (И.В. Бестужев-Лада) [80];

— метод «дерево целей» для нормативного прогнозирования и оценки «общих элементов» [81];

— «контекстуальное картографирование»;

— причинно-следственный метод, близкий к проблемно-целевому методу Базарова - Руднева [82];

— комбинированный прогноз — некоторая обобщающая оценка, получаемая на основе формального или неформального объединения частных прогнозов, чаще всего путем суммирования их с определенными весовыми коэффициентами [83].

Приведенная в работе классификация методов прогнозирования является условной, поскольку на практике они взаимно перекрещиваются и дополняют друг друга [84], так, например:

— прогнозная оценка обязательно включает в себя элементы экстраполяции и моделирования;

— процесс экстраполяции невозможен без элементов оценки и моделирования;

— моделирование подразумевает предварительную оценку и экстраполирование.

При прогнозировании объекта в ГИС часто приходится прогнозировать не один, а несколько его показателей. При этом прогноз развития одного показателя можно

выполнять одним методом, а другого показателя — другим методом, т.е. используются сочетания методов.

Достоинства:

- возможность экстраполяции динамики исследования;
- относительно низкая стоимость оборудования;
- возможность компоновать методы для достижения необходимой точности с

учетом нюансов конкретной задачи.

Недостатки:

- т.к. методика основывается на предыдущих опытах, нет гарантии в её достоверности, что может привести к получению недостаточно точной информации.

В таблице 1.1 представлен краткий обзор методов распознавания образов, применяемых в ГИС, по следующим параметрам:

- классификация методов распознавания;
- области применения методов распознавания;
- классификация ограничений методов распознавания.

Таблица 1.1 – Обзор методов распознавания образов

Классификация методов распознавания		Область применения	Ограничения (недостатки)
Экстенсияльные методы распознавания	Метод сравнения с прототипом	Задачи небольшой размерности пространства признаков	Высокая зависимость результатов классификации от меры расстояния (метрики). Незнание оптимальной метрики
	Метод k-ближайших соседей	Задачи небольшой размерности по количеству классов и признаков	Высокая зависимость результатов классификации от меры расстояния (метрики). Необходимость полного перебора обучающей выборки при распознавании. Вычислительная трудоемкость
	Алгоритмы вычисления оценок (голосования) АВО	Задачи небольшой размерности по количеству классов и признаков	Зависимость результатов классификации от меры расстояния (метрики). Необходимость полного перебора обучающей выборки при распознавании. Высокая техническая сложность метода
	Коллективы решающих правил (КРП)	Задачи небольшой размерности по количеству классов и признаков	Очень высокая техническая сложность метода, нерешенность ряда теоретических проблем, как при определении областей компетенции общих методов, так и в самих частных методах

1.1.2 Анализ основных методов поиска коренных источников алмазов

Алмазы имеют два вида происхождения:

Метеоритное [85] – внеземное, встречается в виде вкраплений в некоторых видах каменных и металлических метеоритов, а также образованиях возникших в месте удара о землю метеоритов.

Земное [86] – образуются в геологически стабильных районах континентов, на глубинах 100-200 км, где температура достигает 1100-1300 градусов Цельсия, а давление 35-50 килобар.

Необходимо отметить, что разрабатываемый метод рассчитан для поиска алмазов именно земного происхождения.

Предпосылками для поисков и прогнозирования алмазоносности являются следующие критерии:

- Стратиграфические [87];
- литолого-фациальные [88];
- магматические [89];
- минералого-геохимические [90];
- структурные [91];
- формационные и геоморфологические [92].

Прямые признаки [93]:

- выходы, подсечения полезного ископаемого;
- первичные и вторичные ореолы и потоки рассеяния минералов, рудных элементов.

Косвенные признаки [94 – 96]:

- минералы-спутники;
- геофизические аномалии;
- гидротермально-измененные породы;
- археологические данные, историко-географические данные о горных промыслах;
- ботанические;
- геоморфологические.

Анализ основных методов поиска коренных источников алмазов, позволяет расставить приоритеты при выборе дешифровочных признаков, а также выборе рациональных подходов для анализа каждого из них. Этот анализ необходимым на

начальном этапе разработки методики создания ГИС, с целью дальнейшего принятия оперативных и стратегических решений.

Общегеологические методы [97 – 98]:

- Метод последовательных приближений;
- Метод аналогии;
- Метод выборочной детализации наблюдений.

Геофизические методы [99 – 103]:

- Магниторазведка
- Эффективна для поисков кимберлитов и минералов-спутников алмазов (хром, шпинелей). На щите будет очень «шумный» фон как результат возникает сложность определения аномалий.
- Гравиметрия
- Является одним из наиболее эффективных способов изучения глубинного строения территорий. Можно определить положение трещин и разломов на местности. Один из основных методов поиска кимберлитов.

Электроразведка [104]

Применяется к вмещающим породам, при изучении скрытых рудоконтролирующих разломов, (была успешно применена при поисках алмазов в Архангельской области).

Аэрогаммаспектрометрия (и другие методы ядерной геофизики) [105]

Позволяют разделять интрузивные, метасоматические тела по составу, геохимической и метасоматической специализации.

Геотермия [106 – 109]

Показывает зависимость температурных показателей от глубинного залегания определенного химического элемента (или состава)

Сейсморазведка [110]

Для изучения внутренней структуры сложно-построенных и глубокометаморфизованных осадочно-вулканогенных толщ, контролирующих то или иное оруденение.

Геохимические методы:

- Геохимическое картирование [111];
- Литохимическая съемка [112];
- Гидрогеохимические [113];
- Биогеохимические [114];
- Атмохимические [115];

- Изотопно-геохимические методы [116];

Объектами таких анализов являются первичные и вторичные ореолы рассеяния. (Вторичные ореолы рассеивания не изучаемы с поверхности на Дальнем Востоке).

Геологическая съемка и картирование:

- Структурно-тектонический анализ [117];
- Палеотектонические реконструкции [118];
- Формационный анализ [119];
- Регионально-минерагенический анализ [120];
- Структурно-геометрический метод [121];

Шлиховое опробование [122]

Один из ведущих методов поисков алмазов. Проводится на севере, в крест направления движения ледника.

Минералогическое опробование [123]

Важным критерием является форма зерен алмазов [124] и наличие келифитовой каймы [125]. Оба критерия указывают на дальность переноса алмаза от источника их зарождения.

Для выявления геологической природы изображения объекта необходимо уточнить отражение их в геофизических и геохимических полях [126 – 129]. В процессе интерпретации данных привлекается фациальный [130] и морфоструктурный анализ материалов [131], в виде статистических данных.

Аэрокосмические методы

В современных реалиях применение аэрокосмических методов это неотъемлемый этап в реализации ГИС. Акцент на специфику этих методов с учетом особенностей необходимых в рамках прогнозноминерагенических задач, позволяет определиться с совокупностью способов анализа, характеристиками используемых сигналов и оборудованием.

Материалы дистанционных работ используются для решения следующих прогнозноминерагенических задач, исследуемых в среде ГИС:

- выявление и анализ закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых [132];
- определение минерагенических факторов локализации оруденения [133];
- минерагеническое (металлогеническое) районирование [134];
- разработка критериев прогноза [135];
- выделение и оценка рудоперспективных площадей и объектов [136];

- определение ландшафтно-геохимических особенностей и типов геологотектонических обстановок для целей прогнозирования [137];
- выявление продолжений известных рудоконтролирующих и рудолокализирующих структур [138];
- анализ минерагенического значения выявленных линейных, кольцевых, блоковых структур [139];
- изучение изображений на аэрокосмофотоснимках рудных узлов, рудных полей, месторождений и поиски аналогов на соседних площадях, отвечающих условиям типизации по специфическим признакам проявлений объектов [140 – 145];
- выявление и уточнение структурной позиции рудопроявлений, месторождений в исследуемом регионе [146];
- установление возможных дайковых тел [147], узлов пересечения кольцевых и линейных структур [148], очаговых вулканотектонических объектов [149].

Аэрокосмические методы включают аэрофотосъемку [150], космическую радиолокационную [151], инфракрасную [152], спектро-многозональную [153], магнитную [154], гравиметрическую [155], радиометрическую съемки [156]. Масштабы работ и комплекс методов определяются особенностями исследуемой территории. Последовательная детализация данных дает максимальный результат при применении материалов с четырехкратным различием в масштабах [157]. Все это способствует расшифровке скрытых глубинных рудоконтролирующих структур на анализируемой территории. В процессе анализа аэрокосмических материалов выявляются скрытые глубинные структуры. Результаты полученные этими методами дают всесторонний комплексный анализе исследуемых объектов, что является важным в разработке ГИС по принятию решений.

1.1.3 Выводы по разделу

Для распознавания месторождения алмазов целесообразным будет совместное использование комплекса методов, основанных на косвенных дешифровочных признаках [94 – 96], сформированным по эталонным участкам [158](эталонный участок – это участок обладающий в разрезе группы факторов наиболее вероятными характеристиками по отношению к участкам, входящим в состав данной группы), выбранным по критерию соответствия исторически обоснованным местам залегания драгоценных камней и анализа данных ДЗЗ. Разрабатываемый метод рассчитан для поиска алмазов именно земного происхождения.

2 МЕТОДЫ

2.1 Анализ дешифровочных признаков

Входной информацией для формирования тематических признаков послужили статистические данные и данные космического мониторинга применительно к разработанным месторождениям алмазов и минералов спутников, таких как “Мир” в России, представленная на рисунке 2.1 , "Робертс Виктор" в Южной Африке представленная на рисунке 2.2 и "Мвадуи", Танзания представленная на рисунке 2.3.



Рисунок 2.1 – Кимберлитовая трубка “Мир” в России



Рисунок 2.2 – Кимберлитовая трубка "Робертс Виктор" в Южной Африке



Рисунок 2.3 – Кимберлитовая трубка "Мвадуи" в Танзании

Анализ ряда тематических признаков:

- Щиты древних платформ – являются местом образования кимберлита;
- Кимберлиты – своеобразные гиблые места, где невидимым является газ, и человеку становится плохо (обмороки зарегистрированные в медицинской статистике, территориально в форме четкого ареала).

Эти тематические признаки составляют такой признак как место залегания объекта.

- Кимберлитовая трубка (размеры от 1460000 м² до 4000 м²), внутренние процессы в которой привели к образованию «зеркал скольжения»;
- Подъемом поверхности Мохо – граничная поверхность или зона резкого изменения скорости распространения сейсмических волн [159];
- Поверхностные изменения в кимберлите – на контакте с кимберлитовыми телами образуются ореолы тектонических бранчив.

Эти тематические признаки составляют такой дешифровочный признак как форм.

- Зона наиболее интенсивного изменения кимберлита приурочена к контакту трубки с вмещающими породами и имеет на поверхности ширину от 10 до 50 м;
- В юго–восточной части трубки на дневную поверхность выходят зелено – черные кимберлиты [160] (особые типы магматических горных пород) в виде овала размером 50 X 60 м., как следствие выветривание;
- Размеры кимберлитовой трубки от 1460000 м² до 4000 м².

Эти тематические признаки составляют такой дешифровочный признак как размер объекта, в частности участка гидротермально-измененных пород [161] – образования, являющиеся результатом взаимодействия горных пород с более поздними и в разной степени минерализованными поровыми растворами (флюидами), которые могут иметь магматическую, метаморфическую и мантийную природу, образуются в результате породно-флюидного взаимодействия, протекающего в широком диапазоне температур и давлений.

- Цвет кимберлита, выходящего на поверхность в виде обломков, от темно - зеленого до голубо-серого;
- В юго–восточной части трубки на дневную поверхность выходят зелено – черные кимберлиты в виде овала размером 50 X 60 м., как следствие выветривание.

Эти тематические признаки составляют такой дешифровочный признак как цвет почвы, в виде гидротермально-измененных пород.

Выделяются два вида кимберлита [162]:

- мелкообломочный (в основном поверхностная структура)

- грубообломочный (в основном внутренняя структура).

Характеристика осадочных пород в контакте с кимберлитом [163 – 167]:

- Порфирированная структура (30% породы), как следствие механических изменений;

- Вследствие выветривания, породы контактирующие с кимберлитом превращаются в глину пропитанную гидроокисями железа;

- Геофизические аномалии возникающие за счёт положительной температуры земли в образовавшемся закрытом объёме (внутри кимберлитовой трубки которая раньше не подвергалась разработке).

Эти тематические признаки составляют такой дешифровочный признак как текстура.

- Хаггерти американский геофизик заметил деревья, которые растут, лишь над почвой кимберлитовых трубок. Растение называется пандан канделябровый – малоизученный вид растения, обитающей на территории от Камеруна до Сенегала, растение адаптировалось к кимберлитовой почве, богатой магнием, калием, хромом и фосфором, которые являются для него удобрениями, в свою очередь эти вещества выступают характеристикой граната – минерала спутника алмаза.

Уточнение:

По данным изучения из 150 кимберлитовых трубок из разных регионов земного шара однозначно доказано: присутствие хромосодержащих пиропов, бедных кальцием, является индикатором алмазоносности [168].

Эти тематические признаки составляют такой признак как растительный покров.

2.1.1 Выводы по разделу

Были выбраны и сгруппированы тематические признаки, их выбор основывался на статистических данных и данных космического мониторинга применительно к уже разработанным местам рождения алмазов, таких как “Мир” в России [169], “Робертс Виктор” в Южной Африке [170] и “Мвадуи”, Танзания [171].

Полученные признаки являются основой формирования шкалы оценок и выбора приоритетов по Байесовским критериям – критерии выбора модели из класса параметризованных моделей, зависящих от разного числа параметров [172].

2.2 Методика формирования шкалы оценки дешифровочных признаков для ГИС с использованием вероятностных методов

Для расчетов используется теорема Байеса, она позволяет определить вероятность какого-либо события при условии, что произошло другое статистически взаимозависимое с ним событие.

Формирование шкалы оценки дешифровочных признаков по теореме Байеса представлено в приложении А. В таблице 2.2 представлены полученные результаты при определении приоритетов дешифровочных признаков. Снимки для проведения анализа получены с помощью сайта “викимапия” [173] и SAS.Planet.Release.150915. Для получения изображения имеющего покрытие исследуемой территории, использовались данные полученные из глобального архива компании SPOT Image со спутника RADARSAT-2 представлены в приложении А.

Полученное изображения обрабатывались в программном пакете ArcGIS и MATLAB, на них были выделены территории, соответствующие по признакам, местам локализации поиска алмазов.

Таблица 2.2 - Определение приоритетов дешифровочных признаков

Дешифровочный Признак	Характеристика (тематический признак)	Приоритеты (вес) %	«Робертс Виктор»	«Мир»	«Мвадуи»
Место	Кимберлиты – своеобразные гиблые места, где невидимым является газ, и человеку становится плохо (обмороки зарегистрированные в медицинской статистике, территориально в форме четкого ареала)	0.0416	+	+	+
	Щиты древних платформ – места образования кимберлита	0.0861	+	+	-
Форма	Кимберлитовая трубка (размеры от 1460000 м ² до 4000 м ²), внутренние процессы привели к образованию «Зеркал скольжения»	0.0416	-	+	+
	Поверхностные изменения в кимберлите – на контакте с кимберлитовыми телами образуются ореолы тектонических бранчив	0.086	+	+	+
	Характерный подъём Мохо	0.086	+	+	+
Размер	В юго-восточной части трубки на дневную поверхность выходят зелено – черные кимберлиты в виде овала размером 50 X 60 м., как следствие выветривания	0.0416	-	+	+
	Зона наиболее интенсивного изменения кимберлита приурочена к контакту трубки и имеет на поверхности ширину от 10 до 50м	0.086	+	+	+
	Размеры кимберлитовой трубки от 1460000 м ² до 4000м ²	0.086	+	+	+
Цвет	Цвет кимберлита, выходящего на поверхность в виде обломков, от темно - зеленого до голубо-серого	0.086	-	+	+
Текстура	Геофизические аномалии (за счёт положительной температуры земли в образовавшемся закрытом объёме климат будет мягче, чем вне купола)	0.0416	+	+	+
	Выветривания породы на контакте с кимберлитом приводит к превращению пород в глиняную жирную массу, пропитанную гидроокиси железа, как следствие изменение минералов	0.086	+	+	+
	Поверхностная структура кимберлита – мелкообломистая	0.0208	+	-	-
	Внутренняя структура кимберлита – грубообломистая	0.0416	-	+	-
	Порфирированная структура (30% породы), как следствие механические изменения	0.0865	+	+	-
Растения	Пандан канделябровый имеет корневую систему мангровых деревьев, в качестве характеристик состава почвы, для этих растений, используют процентное содержание хрома и кальция	0.0416	+	-	+
	Растения семейства панданы (средняя высота 10м)	0.0416	+	-	+

В таблице определены приоритетов, при выборе факторов, влияющих на принятие решения для локализации зоны поиска драгоценных камней, расставлены веса на

основные дешифровочные признаки, которыми выступают: форма объекта на исследуемой территории, его размер, цветовые показатели, текстура объекта, его историческое место расположения и растительность, покрывающая его поверхность. Каждый из признаков состоит из группы характеристик (тематических признаков).

2.2.1 Выводы по разделу

Основываясь на теорему Байеса проведен расчет, по нему составлена таблица приоритетов дешифровочных признаков, расставляются веса на основные дешифровочные признаки, которыми выступают: форма объекта на исследуемой территории, его размер, цветовые показатели, текстура объекта, его историческое место расположения и растительность, покрывающая его поверхность. Каждый из признаков состоит из группы характеристик. Анализ космических снимков выполняется с применением программного пакета ArcGIS

3 РЕЗУЛЬТАТЫ

3.1 Эталонный метод формирования решающих правил

Эталонный метод [174] формирования решающих правил основывается на методике создания базы знаний и расстановкой весов на ее составляющие признаки, которыми выступают идентификаторы (в рамках работы с базой решающих правил этот термин подразумевает комплексное сочетание признаков) с давно разрабатываемых мест рождения алмазов. Для обработки будут использоваться снимки Кимберлитовой трубки Мир (Россия. Якутия), представленной на рисунке 3.1 и Зарница (Россия. Якутия), представленной на рисунке 3.2.



Рисунок 3.1 — Снимок кимберлитовой трубки “Зарница” (Россия. Якутия) обработанный в погромном пакете ArcGIS



Рисунок 3.2 — Снимок кимберлитовой трубки “Мир” (Россия. Якутия) обработанный в погромном пакете ArcGIS

3.1.1 Получение идентификаторов

Идентификатор – уникальный признак объекта, в данном контексте употребляется как лексический токен (представитель типа объектов; понятие, используемое в семиотике, философии языка и логике), который определяет сущность.

Идентификатор А

Отображает значение цветовых параметров и текстуры на снимках, имеющих эталонный характер — цвет кимберлита, выходящего на поверхность в виде обломков, имеет градации от темно-зеленого до голубо-серого цвета порфировой структуры. Порфировые выделения до 30% объема породы.

Идентификатор В

Кимберлитовые дайки и трубки приурочены к стабильным участкам земной коры, таким как щиты древних платформ, где толщина континентальной коры наиболее минимальна и составляет 25—30 км. Платформенный режим создаёт все предпосылки для продвижения мантийного субстрата в верхние горизонты коры.

Идентификатор С

Осадочные породы в контакте с кимберлитом претерпели ряд видимых изменений как механического, так и гидротермального характера, это привело к повторному дроблению боковых пород и образованием характерных «зеркал скольжения».

Идентификатор D

Растение пандан канделябровый – деревья, которые растут, лишь над почвой кимберлитовых трубок. У этого представителя фауны корневая система похожа на мангровые деревья, (в качестве характеристик состава почвы, для этих растений, используют процентное содержание хрома и кальция, которые в свою очередь являются характеристикой граната – минерала спутника алмаза). Учитывая эту информацию, полученные данные близкие к среднему составу кимберлита – эталоны при поиске для ДДЗ

Идентификатор E

Зона наиболее интенсивного изменения кимберлита имеет на поверхности ширину от 10 до 50 м.

В юго-восточной части трубки на дневную поверхность выходят зелено – черные кимберлиты в виде овала размером 50 X 60 м.

Идентификатор K

Подъемом поверхности Мохо – строение зоны сочленения характерное общей для большинства рифтогенных зон особенностью.

В таблице 3.1 представлены полученные идентификаторы имеющие общий характер на 2 снимках, по теореме Байеса, на данные признаки расставляются веса.

Таблица 3.1 — Наличие признаков на эталонных снимках

Снимок	Идентификаторы					
	A = 0.14	C = 0.08	E = 0.25	D = 0.12	B = 0.25	K = 0.1
Мир	+	+	+	+	+	+
Зарница	+	+	+	+	+	+

3.1.2 Формирование шкалы соответствия дешифровочных признаков и базы решающих правил

Формирование базы решающих правил

По полученным идентификатором с весовыми параметрами, создаются решающие правила:

```
bool territor={ 1,1,1,0,1,1 };
int ans_territor = 0;
if(territor[0]&&territor[1])
{
    ans_territor += 50;
    if(territor[2]){ ans_territor += 14 };
    if(territor[3]){ ans_territor += 8 };
    if(territor[4]){ ans_territor += 12 };
    if(territor[5]){ ans_territor += 10 };// territor это идентификаторы
}
write ans_territor + '%';
```

Метод решения представлен в виде разработанного мной программного кода, из наработок в предыдущих разделах, написанного на языке C.

Эти решающие правила позволяют в среде ГИС создать картографическое изображение по степени алмазности представленное на рисунке 3.3, программная реализация представлена в приложении А.

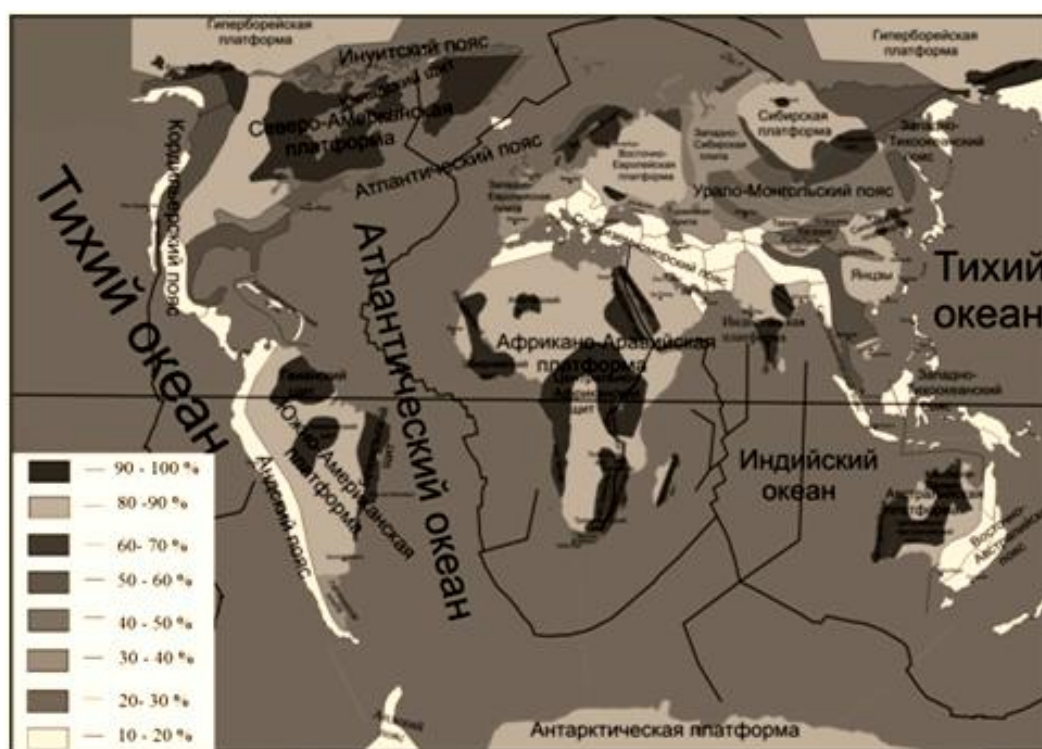


Рисунок 3.3 – Картографическое изображение локализованных участков по их степени алмазоносности.

3.1.3 Проверка степени доверия разработанного метода

Проводится анализ снимка территории, выбранной основываясь на данные о недавно выявленных кимберлитовых телах в восточной части Приазовский кристаллический массив (ПКМ), в коренном залегании.

Изначально локализованный участок, в ГИС среде, имеет вид представленный на рисунке 3.4.

Из ранние проведенных исследований [175] известно, что на долю метаморфогенных комплексов приходится более 60% всей площади, тогда как интрузивные комплексы занимают 30%. Северная часть ПКМ сочленяется со складчатыми структурами, такое проявление находится на Петровском участке и к югу от него, в верховье балки Мостовой. Детальное изучение минеральных, геохимических и других особенностей позволяет подойти к оценке их потенциальной алмазоносности.



Рисунок 3.4 — Снимок потенциально алмазоносного участка
(N47°30'20"E37°31'00" разрешение 0.81м/пикс. (85м)

- по результатам работы, анализируется наличия признаков на снимке потенциально алмазоносного участка, данные представлены в таблице 3.2;
- с помощью программного пакета ArcGIS, строится картографическая модель, которая отображает новую зону локализации объекта.

Таблица 3.2 — Наличие признаков на анализируемом снимке

Идентификатор	Признак (его характеристика)	Приоритеты (вес) %
А	Цвет кимберлита, выходящего на поверхность в виде обломков, имеет градации от темно-зеленого до голубо-серого цвета порфировой структуры	0,13
С	Зеркало скольжения	0,07
Е	На петровском участке и к югу от него, в верховье балки Мостовой, примечательны два проявления кимберлитовых пород	0,25
Д	Химический анализ (статистика по камеральной работе)	0,12
В	Кимберлитовые дайки и трубки приурочены к стабильным участкам земной коры, таким как щиты древних платформ, где толщина континентальной коры наиболее минимальна и составляет 25—30 км. Платформенный режим создаёт все предпосылки для продвижения мантийного субстрата в верхние горизонты коры	0,25
К	Подъемом поверхности Мохо	0,01

Построено картографическое изображение зоны залегания алмазов, представленное на рисунке 3.5.

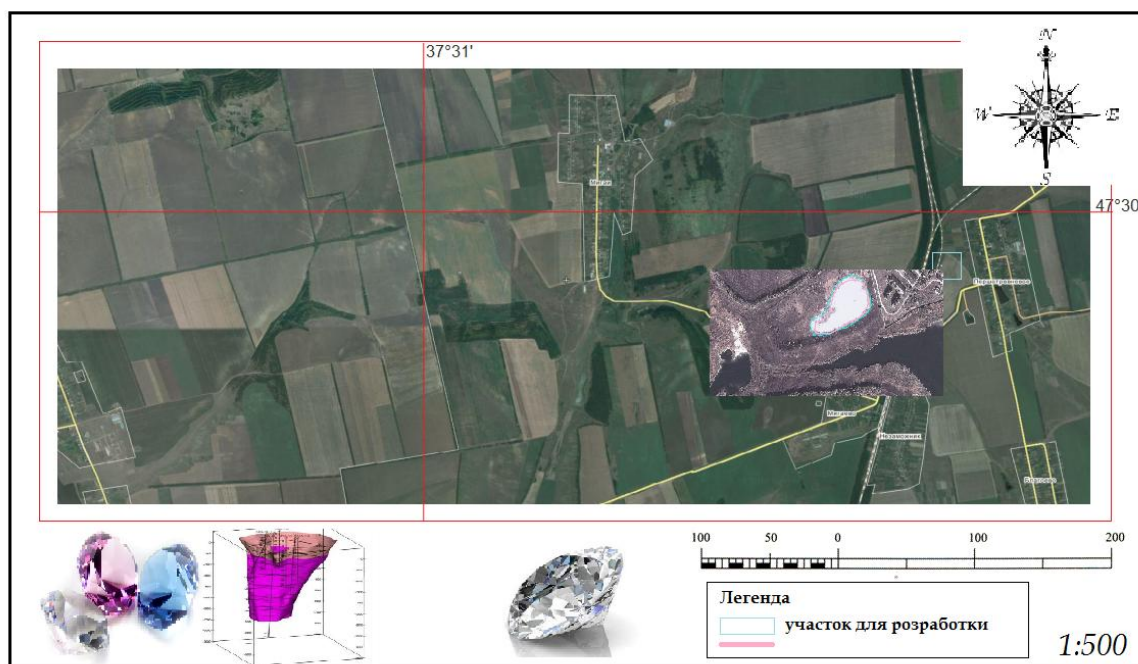


Рисунок 3.5 – Картографическое изображение зоны залегания алмазов

3.1.4 Выводы по разделу

Реализован эталонный метод формирования решающих правил по 2 снимкам разработанных мест рождения. По полученной информации определены идентификаторы.

Используя теорему Байеса сформирована шкала соответствия дешифровочных признаков, по ней построена базы решающих правил.

В среде ГИС создано картографическое изображение локализованных участков по их степени алмазоносности.

Проведена проверка степени доверия разработанного метода. В среде ГИС создано картографическое изображение потенциально алмазоносного участка, в ходе тестирования разработки, совпадение предполагаемого места расположения объекта и реального его залегания, составило значение равное 83%, что позволило выявить потенциально алмазоносный участок

ВЫВОДЫ

В ходе выпускной квалификационной работы была разработана методология по комплексному использованию методов принятия решений для локализации зон поиска месторождения алмазов и определения потенциальной алмазоносности участка ставшей основой геоинформационного обеспечения. Так в ходе тестирования разработки, совпадение предполагаемого места расположения объекта и реального его залегания, составило значение равное 83%, что позволило выявить потенциально алмазоносный участок.

Эффективность разрабатываемой методики по комплексному использованию методов принятия решений о потенциальных участках месторождения драгоценных камней в среде ГИС, определяется ее высокой точностью при локализации потенциально алмазоносных участков. Метод позволяет значительно сократить затраты на реализацию проекта, оптимизировать транспортные расходы, а также позволяет полнее учитывать пространственную информацию при принятии оперативных и стратегических решений.

Комплекс методов принятия решений о потенциальных участках месторождения алмазов в среде ГИС, может применяться для поиска и мониторинга алмазоносных пород и минералов спутников, а так же моделирования при принятии управленческих решений. На данный момент не обнаружено не одного аналога разрабатываемой геоинформационной системы на рынке.

Установлено позиционирование системы на рынке, ее цели, функции, ограничения, требования к качеству. Проанализирован ряд решаемых производственных проблем. Приведено описание заинтересованного лица в разработке системы, данные представлены в приложении Б.

Проведено экономическое обоснование затрат на реализацию геоинформационного обеспечения.

СПИСОК ИСПОЛЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Савко А.Д., Шевырёв Л.Т., Ильяш В.В., Чашка А.И. Новые находки высокобарических минералов в осадочном чехле воронежской антеклизы - значение для поисков коренных источников алмаза // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2007. №1. С. 43-74.
2. Иванов В.М. К вопросу о необходимости применения новых методов поисков коренных источников алмазов // Руды и металлы. 2006. №4. С. 49-51.
3. Малышева Е.Н., Левин А.А. Малоглубинная сейсморазведка -некоторые результаты и перспективы // Проблемы прогнозирования, поисков и изучения месторождений полезных ископаемых на пороге XXI века. Воронеж, 2003. С. 577-580.
4. Малышева Е.Н. Сейсмогеология Накынского кимберлитового поля (Якутия) в связи с поисками месторождений алмазов: Дис канд. геол.-минер. наук. -Мирный, 2001.
5. Тимошин Ю.В. Импульсная сейсмическая голография. М.: Недра, 1978. с.
- Тимошин Ю.В., Бирдус С.А., Мерщий В.В. Сейсмическая голография сложнопостроенных сред. М.: Недра, 1989. с. 79-87
7. Барышев А.С., Егоров К.Н. О совершенствовании методики поисков перекрытых коренных источников алмазов // Руды и металлы. 2009. №4. С. 55-61.
8. Антипин И.Ин., Антипин И.Ив. Структура поисков месторождений алмазов с применением шлихоминералогического метода // Геология алмазов -настоящее и будущее. Воронеж, 2005. С. 1318-1330.
9. Архангельская алмазоносная провинция (геология, петрография, геохимия и минералогия // Под ред. О.А. Богатикова. М.: Изд-во МГУ, 1999.
10. Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Похиленко Н.П. Морфология и морфогенез индикаторных минералов кимберлитов. Новосибирск: СО РАН, 2001. с.
11. Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н. Минералогические поиски месторождений алмазов: развитие, состояние, перспективы // Геология алмазов -настоящее и будущее. Воронеж: 2005. С. 1291-1318.
12. Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Трусов А.А. Использование современных технологий интерпретации аэромагнитных данных для поисков коренных месторождений алмазов // Эффективность прогнозирования и поисков месторождений алмазов: прошлое, настоящее и будущее (Алмазы-50). СПб.: Изд-во , 2004. С. 39-40.
13. Барышев А.С. Физико-геологическая модель кимберлитового поля и оптимальный комплекс геологических, геофизических и геохимических прогнозно-поисковых критериев // Геология, закономерности размещения, методы прогнозирования и поисков месторождений алмазов. Мирный: Изд-во , 1998. С. 223-235.
14. Барышев А.С, Егоров К.Н., Кошкарев Д.А. Локальный прогноз и поиски коренных месторождений алмазов на юге Сибирской платформы // Геология, поиски и разведка рудных месторождений. Иркутск: Изд-во , 2007. № 5 (31). С. 39-52.
15. Б.И.Беневольский, С.С.Вартанян, А.И.Кривцов и др. Прогнозно-целевая система прогноза и воспроизводства минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых России как основа инновационных технологий геологоразведочных работ // Отечественная геология. 2007. № 3. С. 4-8.
16. Петров О.В., Лохов К.И., Шевченко С.С., Сергеев С.А., Богомоллов Е.С., Антонов А.В., Лепехина Е.Н., Саблуков С.М. Изотопные исследования во всегеи: перспективы использования результатов в целях прогноза и поисков месторождений алмазов // Региональная геология и металлогения 2006. №27. С. 158-167.
17. Black L.P., Kamo S.L. etc. TEMORA 1: a new zircon standard for U-Pb geochronology // Chemical Geology, 2003, 155-170.
18. Ludwig K.R. User's manual for Isoplot/Ex, Version 2.10, A geochronological toolkit for Microsoft Excel//Berkeley Geochronology Center Special Publication N1a, 2455 Ridge Road, Berkeley CA 94709, USA.

19. Ludwig K.R., 2000. SQUID 1.00, A User's Manual; Berkeley Geochronology Center Special Publication. N 2, 2455 Ridge Road, Berkeley, CA 94709, USA.
20. Williams I.S., 1998. U-Th-Pb Geochronology by Ion Microprobe. In: McKibben, M.A., Shanks III, W.C. and Ridley, W.I. (eds), Applications of microanalytical techniques to understanding mineralizing processes//Rev. Econ. Geol., 7, 1-35.
21. Контарович Р.С., Бабаянц П.С., Подмогов Ю.Г., Эринчек Ю.М. Современные аэрогеофизические методы поисков коренных месторождений алмазов // Региональная геология и металлогения.: Изд-во, 2006. №27. С. 102-112.
22. Осовецкий Б.М. Методика поисков кимберлитов по мелким алмазам // Вестник Пермского университета. Геология. : Изд-во , 2009. №11. С. 19-26.
23. Квасница В.Н Зинчук Н.Н., Коптиль В.И. Типоморфизм микрокристаллов алмаза. М.: Изд-во Недра, 1999. 224 с.
24. Кудрявцева Г.П, Посухова Т.В., Вержак В.В. и др. Морфогенез алмаза и минералов-спутников в кимберлитах и родственных породах Архангельской кимберлитовой провинции. М.: Изд-во Полярный круг, 2005. 624 с.
25. Мелкие алмазы и минералы-спутники в юрских отложениях Вятско-Камской впадины/под ред. Б.М.Осовецкого; Изд-во Перм. ун-т. Пермь, 2008. 212 с.
26. Осовецкий Б.М. Тяжелая фракция аллювия. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1986. 259 с.
27. Палкина Е.Ю., Хренов А.Я. Три главных параметра изучения алмазов при прогнозах и поисках их месторождений // Минер. ресурсы Украины. 1997. № 1. Вып. 2. С. 14-16.
28. Юрк Ю.Ю, Кашкаров И.Ф., Полканов Ю.А и др. Алмазы песчаных отложений Украины. Киев: Изд-во Наукова Думка, 1973. 168 с.
29. James D.R. Diamond mining at Las de Gras, north-west territories//Richardson Green-shields. 1993. 21 p.
30. McCallum M.E, Mabarrac C.D, Coopersmith H.G. Diamonds from kimberlites in the Colorado-Wyoming State Line district//Kimberlites, Diatremes, and Diamonds: Proc. Sec. Int. Rimberrlite Conf. Washington. 1979. Vol. 1. P. 42-58.
31. В.Е. Минорин и др. Геология, прогнозирование, методика поисков, оценки и разведки месторождений алмазов Акционер. компания "АЛРОСА", Якут. науч.-исслед. геологоразведоч. предприятие ЦНИГРИ ; []. Якутск, 2004.
32. Петров О.В., Лукьянова Л.И., Проскурнин В.Ф. Проблема поисков коренных источников алмазов в зонах сочленения платформ и складчатых областей // Региональная геология и металлогения. 2012. №50. С. 64-72
33. Бескрованов В. В., Шамшина Э. А. О происхождении россыпных месторождений алмазов с неустановленными источниками // Отечеств. геология. 2000. №5. С. 3-6.
34. Вакар В. А. К вопросу о вероятной алмазоносности Таймыра // Информ. бюлл. НИИГА. Л.: Изд-во Недра, 1958. Вып. 8. С. 49-51.
35. Граханов С. А., Ядренкин А. В. Прогноз алмазоносности триасовых отложений Таймыра // Докл. РАН. 2007. Т. 416. №5. С. 663-656.
36. Граханов С. А., Шаталов В. И., Штыров В. А. и др. Россыпи алмазов России. Новосибирск: Изд-во , 2007. 454 с.
37. Граханов С. А., Сулейманов А. М., Голубев Ю. К. Пирокласты северо-востока Сибирской платформы как источник россыпных алмазов // Руды и металлы. 2010. №1. С. 45-48.
38. Граханов С. А., Митюхин С. И. Использование типоморфных особенностей алмазов при поисках их коренных источников // Эффективность прогнозирования и поисков месторождений алмазов: прошлое, настоящее и будущее (алмазы-50) // Материалы научно-практич. конф., посвященной 50-летию открытия первой алмазоносной кимберлитовой трубки «Зарница». ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург, 2004.

39. Граханов С. А., Смелов А. П., Егоров К. Н., Голубев Ю. К. Осадочно-вулканогенная природа основания карнийского яруса -источника алмазов северо-востока Сибирской платформы // *Отечеств. геология*. 2010. №5. С. 3-12.
40. Диваев Ф. К. Чагайский комплекс карбонатитов -новый тип магматических пород Узбекистана // *Узб. геол. журнал*. 1996. №6. С. 32-41.
41. Егоров Л. С. Щелочно-ультраосновной магматизм и его минералогия // *Геология рудных месторождений*. 1985. №4. С. 24-40.
42. Епифанов В. А., Родин Р. С. Геологические предпосылки альтернативного механизма алмазообразования на Сибирской платформе // *Рудоносность магматических формаций Сибири*. Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 1991. С. 119-128.
43. Жуков В. В. Систематика и модели образования месторождений алмазов с различной морфологией кристаллов // *Регион. геология и металлогения*. 2001. №13/14. С. 138-149.
44. Зинчук Н. Н., Коптиль В. И., Борис Е. И. Типоморфизм алмазов из россыпей Сибирской платформы в связи с прогнозированием кимберлитов // *Геология, закономерности размещения, методы прогнозирования и поисков месторождений алмазов: Материалы научно-практич. конф. Мирный*, 1998. -С. 172-174.
45. Комарова М. З., Козырев С. М., Кокорин Н. И., Кнауф В. В. Расслоенная интрузия р. Дюмпталей. Петрология, рудоносность // *Недра Таймыра. -Норильск: Изд-во ВСЕГЕИ*, 1999. №3. С. 42-68.
46. Кравченко С. М., Хаин В. Е. Глобальные структуры литосферы и мантийная конвекция // *Докл. РАН*. 1996. Т. 347. №3 -С. 368-371.
47. Лукьянова Л. И., Жуков В. В., Кириллов В. А. и др. Субвулканические эксплозивные породы Урала -возможные коренные источники алмазных россыпей // *Регион. геология и металлогения*. 2000. №2. С. 134-157.
48. Лукьянова Л. И., Ланда Э. А., Шафрановский Г. И. Алмазоносные породы зоны сочленения Урала и Русской платформы // *Регион. геология и металлогения*. 2005. №26. С. 103-115.
49. Лукьянова Л. И., Лобкова Л. П., Кукуй А. А., Душин В. А. Щелочной магматизм Урала: Материалы семинара «Щелочной магматизм», СПб.: Изд-во 2010.
50. Лукьянова Л. И., Остроумов В. Р., Рыбальченко А. Я. и др. Алмазоносные флюидно-эксплозивные образования Пермского Приуралья. М.СПб.: Изд-во ГЕОКАРТ, ГЕОС, ВСЕГЕИ, 2011. 240 с.
51. Моор Г. Г. О слюдяных кимберлитах на севере Центральной Сибири // *Известия АН СССР*. 1941. Т. XXXI. №4. С. 361-363.
52. Остроумов В. Р., Морозов А. Ф., Киреев А. С., Магадеев Б. Д. Открытие коренных источников уральских алмазов (к 50-летию прииска «Уралалмаз») // *Геологическое изучение и использование недр*. Выпуск 6 М.: Изд-во Геоинформмарк, 1996. 36 с.
53. Петров О. В., Проскурнин В. Ф., Падерин П. Г. и др. Тектоника и металлогения севера Центральной Сибири // *Геология и минерально-сырьевые ресурсы Центральной Сибири: Материалы научно-практич. конф. г. Красноярск, 25-26 апреля 2010 г.* Красноярск: Изд-во ОАО «Красноярскгеолсъемка», 2010. С. 83-93
54. Петрова А. А., Мавричев В. Г. Геомагнитный метод прогноза коренных месторождений алмазов на примере Красновишерского района // *Эффективность прогнозирования и поисков месторождений алмазов: прошлое, настоящее и будущее (алмазы-50)*. СПб.: Изд-во 2005. С. 261-264.
55. Проскурнин В. Ф., Петров О. В., Гавриш А. В. и др. Раннемезозойский пояс карбонатитов полуострова Таймыр // *Литосфера*. 2010. №3. С. 95-102.
56. Проскурнин В. Ф., Виноградова Н. П., Гавриш А. В., Наумов М. В. Признаки эксплозивнообломочного генезиса алмазоносного карнийского горизонта Усть-

Оленекского района (петрографо-геохимические данные)//Геология и геофизика. 2012. №6 (в печати).

57. Романов А. П. Лампроиты Таймыра и их минералы-индикаторы в мезозойско-кайнозойских коллекторах//Геология промежуточных коллекторов алмазов. Новосибирск: Изд-во Наука, 1994. С. 105-108

58. Романов А. П. Перспективы алмазоносности Горного Таймыра//Недра Таймыра. Норильск: Изд-во ВСЕГЕИ, 1997. №1. С. 185-198.

59. Сазонов А. М., Звягина Е. А., Леонтьев С. И. и др. Платиноносные щелочно-ультраосновные интрузии Полярной Сибири. Томск: Изд-во ЦНТИ, 2001. 510 с

60. Рыбальченко А. Я., Колобянин В. Я., Лукьянова Л. И. и др. О новом типе коренных источников алмазов на Урале // Докл. РАН. 1997. Т. 353. N 1. -С. 90-93.

61. Специус З. В., Гриффин В. Л., Прокопьев С. И. Особенности алмазов и вероятный источник формирования россыпей Эбеляхской площади, Якутия // Алмазы и благородные металлы Тимано-Уральского региона: Материалы Всерос. совещания. Сыктывкар: Изд-во ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2006. С. 128-129.

62. Шамшина Э. А. Коры выветривания кимберлитовых пород. -Новосибирск: Изд-во Наука, 1979. 150 с.

63. Шкодзинский В. С. Проблемы глобальной петрологии. Якутск: Изд-во НИПК Сахаполиграфиздат, 2003. 240 с.

64. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Минеральные индикаторы литогенеза. - Сыктывкар:Изд-во Геопринт, 2008.

65. Klifford T. A. A structural framework of Africa//African magmatism and tectonics. Edinburgh: Oliwer and Boyd, 1970. -P. 1-26.

66. Mitchell R. H., Bergman S. C. Petrology of lamproites. -NY, 1991. -235 p.

67. Fernando A. T. P. Laiginhas. Diamonds from the Ural Mountains: their characteristics and the mineralogy and geochemistry of their inclusions. 2008. -241 p.

68. Шмаков И. И., Божко Е. Н. Происхождение морских россыпей алмазов Намибии // Вестник Воронежского государственного университета. Сер.: Изд-во Геология. 2008. №1. С. 116-126.

69. Министерство Горной промышленности Республики Намибия [Электронный ресурс]. Системные требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://www.chamberofmines.org.na/>(дата обращения 11.03.2017).

70. Williams R. King of Sea Diamonds: The saga of Sam Collins. Flesch Publications. Cape Town, South Africa, 1996. -231 p.

71. Richardson K. A perspective of marine mining within DeBeers//Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy. 2007. Vol. 107. P. 393-402.

72. Экспериментальные исследования полей кристаллизации перовскита в ларнит-нормативных высококальциевых магмах, аналогичных кимберлитам Когарко Л.Н. В сборнике: Труды Всероссийского ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии (ВЕСЭМПГ-2015) 2015. С. 33-34.

73. Merensky H. Die Diamantvorkomeen in Luderitzland/Ed. by Krahmann. -Deutsch-Sudwestafrika, 1909. -223 p.

74. Wagner P. A. The diamond fields of southern Africa. -Johannesburg: The Transvall leader, 1914. -347 p.

75. Lotz H. Randglossen zur deutschen Diamantenproduktion. -Koloniale Rundschau, 1912.

76. Sutherland D. G. The transport and sorting of diamonds by fluvial and marine process//Economic Geology. 1982. Vol. 77. P. 1613-1620.

77. Corbett I. B. A review of diamondiferous marine deposits of west southern Africa//Africa Geosciences Review. 1996. No. 3. P. 157-174.

78. Mukhin P. Depositional models for diamond placers in the Namibia shelf//International Conference "Mineral Deposits of continental shelves": Abstracts. -St. Petersburg, 2005. P. 25.
79. Rau G. The integrated use of detailed geophysical, geological and oceanographic techniques to delineate and prioritize marine diamond placer deposits on the inner shelf, west coast, central Namibia: EPL 1950 (Hottentot Bay): a case study. Unpublished MSc Thesis. Grahamstown, South Africa: Rhodes University, 2003. -139 p.
80. Clifford T. N. Tectono-metallogenic units and metallgenic province of Africa//Earth and planetary Science Letters, 1966. Vol. 1, P. 421-434.
81. Moore J. M., Moore A. E. The role of primary kimberlitic and secondary Dwyka glacial sources in the development of alluvial and marine deposits in southern Africa//Journal of African Earth Sciences. 2004. Vol. 38. P. 115-134.
82. De Wit M. C. J. Post-Gondwana drainage and the development of diamond placers in western South Africa//Economic Geology. 1999. Vol. 94. P. 721-740
83. Visser J. N. J. The Dwyka Formation along the northwestern margin of the Karoo Basin in the Cape Province, South Africa//Transactions of Geological Society of South Africa. 1985. Vol. 88. P. 37-48.
84. De Villiers J., Sönghe A. P. G. The Geology of the Rictersveld//Menoir Geological Survey. 1959. Vol. 48. -295 p.
85. Levinson A. A., Gurney J. J., Kirkley M. B. Diamonds sources and production: past, present, and future//Gems and Gemology. 1992. Vol. 28, P. 234-254.
86. Gurney J. J., Levinson A. A., Smith H. S. Marine Mining of Diamonds off the West Coast of Southern Africa//Gems and Gemology. 1991. Vol. 27. No. 4. P. 206-219.
87. De Decker R. H. The geological setting of diamondiferous deposits on the inner shelf between the Orange River and Wreckpoint, Namaqualand//Bulletin of the Geological Survey of South Africa. 1986. P. 86-99.
88. Мухин П.А., Рю Г., Франческини Д. Поиски, разведка и добыча алмазов в прибрежной зоне шельфа центральной части намибии // Горный журнал. 2015. №1. С. 85-97.
89. Visser J. N. J. The Dwyka Formation along the northwestern margin of the Karoo Basin in the Cape Province, South Africa//Transactions of Geological Society of South Africa. 1985. Vol. 88. P. 37-48.
90. Ward J. D. The Cenozoic succession in the Kuiseb Valley. Central Namib Desert. Geol. Surv. South West Afr., 1987. -124 p.
91. Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б., Гофаров М.Ю. Выявление индикационных признаков площадей перспективных на поиски коренных источников алмазов в условиях архангельской алмазоносной провинции // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. №2. С. 150-156.
92. Гофаров М. Ю., Болотов И. Н., Кутинов Ю. Г. Ландшафты Беломорско-Кулойского плато: тектони-ка, подстилающие породы, рельеф и растительный покров. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2006. 167 с.
93. Кутинов Ю. Г., Чистова З. Б., Беляев В. В., Бурлаков П. С. Влияние тектонических нарушений (дегазация, наведенные токи, вариации) севера Русской плиты на окружающую среду (на примере Архангельской области) // Вестник КРАУНЦ. 2009. №14. С. 77-89.
94. Кутинов Ю. Г., Чистова З. Б. Иерархический ряд проявлений щелочно-ультраосновного магматизма Архангельской алмазоносной провинции. Их отражение в геолого-геофизических материалах. Архангельск: Изд-во ОАО «ИПП «Правда Севера», 2004. 283 с.
95. Серокуров Ю.Н., Калмыков В.Д., Смирнова Л.С., Одеров С.И. Структурная позиция кимберлитов Лесной Гвинеи по материалам космического зондирования // Руды и металлы. 1999. № 2. С. 13-21.

96. Серокуров Ю.Н., Калмыков В.Д. О структурном контроле кимберлитового магматизма в провинции Лунда-Нортэ (Ангола) // Отечественная геология. 2004. № 6. С. 78-82.
97. Кенжин Б.М., Смирнов Ю.М., Саттаров С.С. К вопросу создания метода мониторинга углепородных массивов // Труды РАНМИ. 2011. № 9-2. С. 29-37.
98. Смирнов Ю.М., Кенжин Б.М. Гидравлический вибрационносейсмический модуль // Горный журнал Казахстана. 2009. № 5. С. 20 -22.
99. Саттаров С.С., Кенжин Б.М., Смирнов Ю.М. Голографическое восстановление поля каналовых волн в угольных пластах // Труды РАНМИ. 2011. № 9-2. С. 38-56.
100. Васильев С.А. Некоторые вопросы теории продолжения волновых полей в сторону источника // Изв. АН СССР, серия Физика Земли, 1973. № 3. С. 35-47.
101. Азаров Н.Я, Анциферов А.В., Шеремет Е.М. Геолого-геоэлектрическая модель Орехово-Павлоградской шовной зоны Украинского щита. Киев: Изд-во Наукова думка, 2005. 190 с.
102. Азаров Н.Я, Анциферов А.В., Шеремет Е.М. Геолого-геофизическая модель Криворожско-Кременчугской шовной зоны Украинского щита. Киев: Изд-во Наукова думка, 2006. 197 с.
103. А. В. Анциферов, Е. М. Шеремет, Е. Б. Глевасский Геофизическая модель Голованевской шовной зоны Украинского щита. Донецк: Изд-во «Вебер», 2008. 308 с
104. Анциферов А.В., Шеремет Е. М., Есипчук К. Е. Геолого-геофизическая модель Немировско-Кочеровской шовной зоны Украинского щита. Донецк: Изд-во «Вебер», 2009. 253 с.
105. Шеремет Е. М., Кривдик С. Г., Пигулевский П. И. Субщелочной докембрийский магматизм и тектоно-геофизические особенности Восточного Приазовья Украинского щита. Донецк: Изд-во «Ноулидж», 2010. 289 с.
106. Шеремет Е. М., Кривдик С. Г., Стрекозов С. Н. Прогнозирование рудопроявлений редких элементов Украинского щита. Донецк: Изд-во «Вебер», 2007. 220 с.
107. Шеремет Е. М., Глухов А. А., Гейченко М. В. База данных Криворожской сверхглубокой скважины СГ-8 Украины. Донецк: Изд-во «Ноулидж», 2010. 252 с.
108. Галецький Л. С., Чернієнко Н. М., Брагін Ю. М. Атлас Геологія і корисні копалини України // НАН України, Мі-некології та природних ресурсів, ДФФД Міністерства і науки, ТОВ УЦПТ “Геос-XXI сторіччя”. Киев: Изд-во ДП «Такі Справи», 2001. 168 с.
109. Galets'kyi L. S., Cherniyenko N.M., Drannyk A. S. An Atlas of Geology and Mineral Resources of Ukraine. Canada. Toronto: University of Toronto Press, 2007. 168 p.
110. Довбнич М.М., Мендрий Я.В., Виктосенко И.А. Инновационные подходы геофизики и геомеханики при прогнозировании зон скопления свободного метана // Труды РАНМИ. 2011. № 9-2. С. 311-325.
111. Анциферов А.В., Тиркель М.Г., Хохлов М.Т. Газоносность угольных месторождений Донбасса: под общ. ред. Н.Я Азарова. Киев: Изд-во Наук. думка, 2004. - 232 с.
112. Анциферов А.В., Голубев А.А., Канин В.А. Газоносность и ресурсы метана угольных бассейнов Украины. Донецк: Изд-во Вебер, 2009. 456 с.
113. Майборода А.А., Анциферов В.А., Голубев А.А. Коллекторы метана в угленосных формациях Донбасса // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. Випуск 4. Донецьк: Изд-во УкрНДМІ НАН України, 2009. С. 6 -15
114. Лукинов В.В. Горно-геологические условия образования скоплений свободного метана на угольных месторождениях // Науковий вісник НГУ -2007. № 4. С. 55 -59
115. Временная инструкция по определению и прогнозу газоносности угольных пластов при проведении геологоразведочных работ. М.: Изд-во Недра, 1966. 67 с

116. Коньков Г.А. О связи новейших и современных тектонических движений с метаноносными и выбросоопасными зонами в условиях Донецкого бассейна // Докл. АН СССР. 1962. № 3. С. 670 -673
117. Вереда В.С., Юрченко Б.К. О соотношении газодинамических зон, трещиноватости углей и температурного режима Донбасса с современными тектоническими движениями // Современные движения земной коры. М.: Изд-во Недр, 1968. том 4. С. 80 -89.
118. Привалов В.А. Тектоническая природа зон выбросоопасности в Донбассе // Уголь Украины. 2003. № 3. С. 33 -37.
119. Panova O.A., Privalov V.A., Sachsenhofer R.F., Antsiferov V.A. The Importance of Tectonic Control in Delineation of CBM Production Sweet Spots in the Donets Basin (Ukraine) // extended abstracts, 73th EAGE Conference & Exhibition. Vienna (Austria): 2011. 172 p.
120. Нарушение геоизостазии и напряженное состояние тектоносферы // Геофизический журнал. 2008. № 4. С. 123 -132.
121. Довбнич М.М., Демьянец С.Н. Поля напряжений тектоносферы, обусловленные нарушением геоизостазии и геодинамика Азово-Черноморского региона // Геофизический журнал. 2009. № 2. С. 107 -116.
122. Довбнич М.М., Демьянец С.Н. Геодинамическая и геотектоническая позиция полей геоизостатических напряжений сейсмоактивных сегментов Украины // Науковий вісник НГУ. 2010. № 2. С. 57 -63.
123. Viktosenko I.A., Dovbnich M.M., Kanin V.A. Regional Zoning of Dynamic Phenomena in Mines -The Innovative Approaches in Gravimetry // extended abstracts, 73th EAGE Conference & Exhibition. -Vienna (Austria): 2011. 281 p.
124. Анциферов А.В., Анциферов В.А., Тиркель М.Г. Применение сейсморазведки при решении проблемы добычи метана угленосных формаций // Геофизический журнал. 2010. № 5. С. 117 -125.
125. Довбнич М.М., Мачула М.С., Мендрий Я.В. Опыт прогноза трещиноватых зон при изучении нефтегазоперспективности юрских отложений Северо-Западной Сибири // Геоинформатика. 2010. № 1. С. 50 -57.
126. Sullivan E.C., Marfurt K J., Lacazette A., and Ammerman M. Application of new seismic attributes to collapse chimney in the Fort Worth basin. Geophysics -2006. No. 71. pp. 111 -119.
127. Gersztenkorn A., Marfurt K.J. Eigenstructure based coherence computations as an aid to 3-D structural and stratigraphic mapping. Geophysics. 1999. No. 64. pp. 1468 -1479.
128. Al-Dossary S., Marfurt K.J. 3D volumetric multispectral estimates of reflector curvature and rotation. Geophysics. 2006. No. 71. pp. 41 -51.
129. Козлов Е.А. Модели среды в разведочной сейсмологии. Тверь: Изд-во ГЕРС, 2006. 480 с.
130. Korchin V.O., Burtny P.O., Karnaukhova O.E., Svishchuk I.M., Kravchuk M.V., Nekh O.S. Geophysical quality of petrophysical characteristics of some sandstones of the central donbass studied at high thermodynamic parameters. Труды РАНИМИ. 2011. № 9-2. С. 83-119.
131. Корчин В.А. Комплексное петрофизическое изучение некоторых осадочных пород Донбасса в различных лабораторных условиях опытов // Геофизический журнал. 2008. № 4. С. 25 -59.
132. О принципах формирования и закономерностях пространственной организации современных биогеохимических провинций. Труды всероссийского ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии (всэмпг-2015) Коробова Е.М. В сборнике: Труды Всероссийского ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии (ВЕСЭМПГ-2015) 2015. С. 391-398.

133. Kobolev V.P. Thermobaric petrophysical characteristics of sandstones of different tectonic areas of Donbas. Abstracts of 7th European Coal Conference. Lviv, Ukraine: August 26-29. 2008. pp. 68 -69.
134. Донецкий бассейн. В кн.: Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР, т. 1. М.: 1963. С. 11 -988.
135. Корреляция угольных отложений и угольных пластов в Донецком бассейне. Ленинград: Изд-во Наука, 1972. 112 с.
136. Воробьёва Т.В. Выбор эталонных участков на территории населенного пункта // Современная техника и технологии. 2017. № 7 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2017/07/13726> (дата обращения: 02.10.2017).
137. Анциферов А.В. Газоносность угольных месторождений Донбасса. Киев: Изд-во Наук. думка, 2004. 231 с.
138. Глушко В.Т., Усеченко Б.М., Кирниченский Г.Т. Результаты исследований физико-механических свойств пород Донбасса и природных факторов, определяющих их поведение в горных выработках. Киев: Изд-во Наук. думка, 1971. 250 с.
139. Физические свойства осадочного чехла Восточно-Европейской платформы. Москва: Изд-во Недра, 1975. 280 с.
140. Лукинов В.В. Горно-геологические условия образования скоплений свободного метана на угольных месторождениях // Науковий вісник НГУ -2007. № 4. С. 55 -59.
141. Добрынин В.М., В.А. Серебряков. Геолого-геофизические методы прогнозирования аномальных пластовых давлений. -М: Изд-во Недра, 1989. 288 с.
142. Справочник по физическим свойствам минеральных и горных пород при высоких термодинамических параметрах. Москва: Изд-во Недра, 1978. 238с.
143. Лебедев Т.С. Физические свойства минерального вещества в термобарических условиях литосферы. К.: Изд-во Наук. думка, 1986. 200 с.
144. Лебедев Т.С. Петрофизические исследования при высоких РТ-параметрах и их геофизические приложения. Киев: Изд-во Наук. думка, 1988. 248 с.
145. Korchin V.A., Lebedev T.S., Burtny P.A. Reconstruction of the complicated stress state of a massif using date of elastic anisotropy as well as structural and textural features of rocks. Abstracts of the Intern. Conf. on Textures and Physical Properties of Rocks. Gottingen, Germany. 1999. 5 p.
146. Корчин В.А. Структурные особенности минеральной среды в РТ-условиях различных глубин земной коры // Геофиз. журн. 2007. № 3. С. 49 -77.
147. Коболев В.П., Свищук И.Н., Шаповал В.И., Карнаухова Е.Е. Теплопроводность некоторых гранитоидов Украинского щита в термобарических условиях земной коры // Геофизический журнал. 2007. № 3. С. 37 -48.
148. Кутас Р.И., Бевзюк М.И. Земной тепловой поток Донбасса // Геофизический журнал. 1992. № 2. С. 14 -22.
149. Лидьярд А. Ионная проводимость кристаллов. М.: Изд-во ИЛ, 1962. 222 с.
150. Проблемы, связанные с кристаллогенезисом и глубинным циклом углерода Соболев Н.В., Добрецов Н.Л., Отани Э., Тэйлор Л., Шертл Г.П., Пальянов Ю.Н., Литасов К.Д. Геология и геофизика. 2015. Т. 56. № 1-2. С. 5-20.
151. История развития прогнозирования. [Электронный ресурс] // ITteach.ru, справочные материал. - Режим доступа к источнику: www.astronom2000.info. - 23.02.16.
152. Константиновская Л. В. Методы и примеры прогнозирования [Электронный ресурс] // US Army Corps of Engineers. - Режим доступа к источнику: <http://www.astronom2000.info/прогнозирование/mipps/>. - 23.02.16.
153. Адаптивные методы прогнозирования. [Электронный ресурс] // Курс социально-экономической статистики. - Режим доступа к источнику: www.bibliotekar.ru/economicheskaya-statistika - 2/19 . - 25.02.16

154. Бестужев-Лада И.В. Ретроальтернативистика. [Электронный ресурс] // Виртуальные сценарии возможного развития событий при определенных допущениях. - Режим доступа к источнику: http://alternativa.lib.ru/ah/subject/ai_science/index2.htm. - 25.02.16.
155. Снимки сверхвысокого разрешения. [Электронный ресурс] // Инженерно - технологический Центр СканЭкс. - Режим доступа к источнику: <http://www.scanex.com/ru/data/index.html>. - 02.03.16.
156. Кимберлитовые трубки. [Электронный ресурс] // *Добыча* алмазоносной руды открытым способом. - Режим доступа к источнику: <http://kometa-vozmezdnie.ru/145-kimberlitovye-trubki.html> - 04.03.2016.
157. Н.В.Короновский, А.Ф.Якушова. Основы геологии. [Электронный ресурс] // структурные элементы земной коры - Режим доступа: <http://fishking.ru/river26.htm>. - 10.03.16.
158. Панов Б.С., Кривонос В.П., Меляховецкий А.М., Морозова Г.В. Кимберлиты в восточной части Украинского щита и их минералогические особенности. [Электронный ресурс] // Приазовский кристаллический массив. - Режим доступа: <http://www.km.ru/referats>. - 10.03.16.
159. Граница Мохоровичича. [Электронный ресурс] // Подъемом поверхности Мохо. - Режим доступа к источнику: <http://edu.kpfu.ru/kek/geotektonika/2.php>. - 12.03.2016.
160. Поисково - оценочные работы на месторождении алмазов. [Электронный ресурс] // Характере поверхностных изменений в кимберлите. - Режим доступа к источнику: http://otherreferats.allbest.ru/geology/00132156_0.html. - 14.03.2016.
161. Технология открытой разработки месторождения. [Электронный ресурс] // Признак, основанный на структурных и текстурных признаках Кимберлитовой трубки. - Режим доступа к источнику: <http://knowledge.allbest.ru/geology/2c.html>. - 14.03.2018.
162. Редкие африканские растения сигнализируют о наличии алмазов под землёй. [Электронный ресурс] // Стивен Хаггерти, американский геофизик. - Режим доступа к источнику: <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2556210&cid=2161>. - 20.03.2016.
163. Кимберлиты природные сверхглубокие скважины Т. В. Посухова // Кафедра минералогии МГУ им. М.В. Ломоносова [Текст]: Опубликовано в Соросовском образовательном журнале том 6, N5, стр.57 - 63, 2000 г.
164. Леоненко А.В. Не четкое моделирование. [Текст] / А.В Леоненко. //СПб. БХВ - Петербург 2005, - 736 с.
165. Расписание погоды. [Электронный ресурс] // Архив погоды. - Режим доступа к источнику: <http://rp5.ua>. - 17.04.18.
166. Сайт гео-данных [Электронный ресурс] // Архив снимков. - Режим доступа к <http://wikimapia.org/#lang=ru&lat=62.529051> - 20.02.2016.
167. Ишмухаметова В.Т. Прогнозирование кимберлитовых месторождений алмазов на севере сибирской платформы на основе дешифрирования материалов космической съемки // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. - 2016. - № 4 - С. 59-62.
168. Гарманов В.В., Богданов В.Л., Рябов Ю.В., Баденко В.Л., Загорский М.Ю. Оценка эколого-экономического ущерба от нарушения земель // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. - 2015. - № 4. - С. 136-144.
169. Баденко В.Л., Баденко Н.В., Иванов Т.С., Олешко В.А., Петрошенко М.В. Результаты оценки гидроэнергетического потенциала рек России в разрезе по субъектам РФ // Известия Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники им. Б.Е. Веденеева. - 2015. - № 276. - С. 57-69.
170. Ostafiychuk N., Podvysotsky V., Chashka A., Kovalevich L. Diamond deposits prospecting by schlich and mineralogical methods in Ukraine // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Гірничо-геологічна. - 2012. - № 2 (17). - С. 9-15.

171. Иванов В.М. К вопросу о необходимости применения новых методов поисков коренных источников алмазов // Руды и металлы. - 2006. - №4. - С. 49-51.
172. Посухова Т.В. Кимберлиты - природные сверхглубокие скважины // Соросовский образовательный журнал. 2000, т.6, N5, С. 57 – 63
173. Гук А.П., Евстратова Л.Г., Хлебникова Е.П., Алтынцев М.А., Арбузов С.А., Гордиенко А.С., Гук А.А., Симонов Д.П. Разработка методик автоматизированного дешифрирования аэрокосмических снимков. Дешифровочные признаки изображений объектов на многоспектральных космических снимках // Геодезия и картография. - 2013. - № 7. - С. 31-40.
174. Серокуров Ю.Н., Калмыков В.Д., Макаров Д.В. Рудоносный потенциал Анабарского щита по материалам дистанционного зондирования.// Руды и металлы. 2002. № 2. С. 7-14.
175. Серокуров Ю.Н. Оценка перспектив территории Парагвая на поиски руд цветных, редких и радиоактивных металлов и алмазов с помощью космических съёмок // Геология и разведка. 1994. № 3. С. 71-76.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Формирование шкалы оценки дешифровочных признаков по теореме Байеса

- 1) $1/16=0.0625$ - вероятность каждого параметра в идеале;
- 2) $0.0625/3=0.0208$ - значение 1/3одного параметра (т.к. параметр состоит из 3 составляющих «+» и «-»);
- 3) в следствии расчета получаем что параметры с «+++» = 0.0625%,
«++» = 0.0416%, «+» = 0.0208%:
- 3.1) $0.0625*8+0.0416*7+0.0208*1=0.812$ — проверка $\Rightarrow 1$ не выходит;
- 3.2) $1 - 0.812=0.188$ — не достающая разница ;
- 3.3) $0.188/8=0.0235$ — не достающая разница, деленная на количество событий с 100% вероятностью успешного нахождения объекта;
- 3.4) $0.0235+0.0625=0.086$ — конечное значение событий с «+++».

Программная реализация имитационной картографической модель по степени алмазонасности и модель потенциально алмазонасного участка

$$\begin{aligned}
 N_x &:= 155 \quad i := 0..N-1 \quad \sigma := \text{Stdev}(\text{December}) \quad \sigma = 2.564 \quad mX := \text{mean}(\text{December}) \quad mX = 1.12 \\
 M &:= 20 \quad \min_x := \min(\text{December}) \quad \max_x := \max(\text{December}) \quad h_x := \frac{\max_x - \min_x}{M-1} \quad r := 0..M \quad dx_r := h_x \cdot r + \min_x \\
 g_x &:= \text{hist}(dx, \text{December}) \quad j := 0..M-1 \quad \lambda := \frac{1}{mX} \quad f_{x_j} := \frac{g_{x_j}}{N \cdot h_x} \quad \lambda = 0.893 \\
 f_{ex}(z, \lambda) &:= \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot z} \quad MD_i := \frac{-1}{\lambda} \cdot \ln(\text{md}(1)) \\
 MD_i &:= \text{if}(MD_i > \max(\text{December}), \max(\text{December}), \text{if}(MD_i < \min(\text{December}), \min(\text{December}), MD_i)) \\
 MD_i &:= \text{if}(MD_i \leq 0.01, MD_i = 0, MD_i) \quad \sigma_{MD} := \text{Stdev}(MD) \quad \sigma_{MD} = 1.185 \quad mXMD := \text{mean}(MD) \\
 mXMD &= 1.111 \quad \min(MD) = 0 \quad \max(MD) = 7.473 \quad \text{binD} := 20 \quad \text{LowerD} := \min(MD) \quad \text{UpperD} := \max(MD) \\
 jj &:= 0.. \text{binD} \quad kk := 0.. \text{binD} - 1 \quad hD := \frac{\text{UpperD} - \text{LowerD}}{\text{binD}} \quad \text{intD}_{jj} := \text{LowerD} + hD \cdot jj \quad \lambda_D := \frac{1}{mXMD} \\
 \lambda_D &= 0.9 \quad fD := \text{hist}(\text{intD}, MD) \quad feD(z, \lambda_D) := \lambda_D \cdot e^{-\lambda_D \cdot z} \quad f1D := \text{hist}(\text{intD}, MD) \quad fedD_{kk} := \frac{f1D_{kk}}{N+1}
 \end{aligned}$$

$$P_{kk} := \int_{\text{intD}_{kk}}^{\text{intD}_{kk+1}} feD(z, \lambda_D) dz \quad \chi^2 := \sum_{kk} \left[\frac{(N \cdot P_{kk} - f1D_{kk})^2}{N \cdot P_{kk}} \right] \quad \chi^2 = 22.403$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_J &:= \text{Stdev}(\text{January}) \quad \sigma_J = 2.486 \quad mXJ := \text{mean}(\text{January}) \quad mXJ = 0.992 \quad M := 20 \quad \min_J := \min(\text{January}) \\
 \max_J &:= \max(\text{January}) \quad h_J := \frac{\max_J - \min_J}{M-1} \quad r := 0..M \quad dx_r := h_J \cdot r + \min_J \quad g_J := \text{hist}(dx, \text{January}) \quad j := 0..M-1 \\
 \lambda_j &:= \frac{1}{mXJ} \quad f_{j_j} := \frac{g_{j_j}}{N \cdot h_J} \quad \lambda_j = 1.008 \quad fe1J(z, \lambda_j) := \lambda_j \cdot e^{-\lambda_j \cdot z} \quad MJ_i := \frac{-1}{\lambda_j} \cdot \ln(\text{md}(1)) \\
 MJ_i &:= \text{if}(MJ_i > \max(\text{January}), \max(\text{January}), \text{if}(MJ_i < \min(\text{January}), \min(\text{January}), MJ_i)) \\
 MJ_i &:= \text{if}(MJ_i \leq 0.01, MJ_i = 0, MJ_i) \quad \sigma_{MJ} := \text{Stdev}(MJ) \quad \sigma_{MJ} = 1.134 \quad mXMJ := \text{mean}(MJ) \quad mXMJ = 1.187 \\
 \min(MJ) &= 0.018 \quad \max(MJ) = 5.536 \quad \text{binJ} := 20 \quad \text{LowerJ} := \min(MJ) \quad \text{UpperJ} := \max(MJ) \quad jj := 0.. \text{binJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
kk &:= 0.. \text{binJ} - 1 & \underline{hJ} &:= \frac{\text{UpperJ} - \text{LowerJ}}{\text{binJ}} & \text{intJ}_{jj} &:= \text{LowerJ} + hJ \cdot jj & \lambda J &:= \frac{1}{mXMJ} & \lambda J &= 0.842 \\
fJ &:= \text{hist}(\text{intJ}, MJ) & feJ(z, \lambda J) &:= \lambda J \cdot e^{-\lambda J \cdot z} & f1J &:= \text{hist}(\text{intJ}, MJ) & fedJ_{kk} &:= \frac{f1J_{kk}}{N + 1}
\end{aligned}$$

$$PJ_{kk} := \int_{\text{intJ}_{kk}}^{\text{intJ}_{kk+1}} feJ(z, \lambda J) dz \quad \chi_{J2} := \sum_{kk} \left[\frac{(N \cdot PJ_{kk} - f1J_{kk})^2}{N \cdot PJ_{kk}} \right] \quad \chi_{J2} = 22.403$$

$$\begin{aligned}
\sigma F &:= \text{Stdev}(\text{February}) & \sigma F &= 1.866 & mXF &:= \text{mean}(\text{February}) & mXF &= 0.727 \\
\underline{M} &:= 20 & \min F &:= \min(\text{February}) & \max F &:= \max(\text{February}) & hF &:= \frac{\max F - \min F}{M - 1} & r &:= 0.. M & \underline{dF} &:= hF \cdot r + \min F
\end{aligned}$$

$$gF := \text{hist}(dF, \text{February}) \quad j := 0.. M - 1 \quad \lambda f := \frac{1}{mXF} \quad fF_j := \frac{gF_j}{N \cdot hF} \quad \lambda f = 1.375$$

$$fe1F(z, \lambda f) := \lambda f \cdot e^{-\lambda f \cdot z} \quad MF_i := \frac{-1}{\lambda f} \cdot \ln(\text{md}(1))$$

$$MF_i := \text{if}(MF_i > \max(\text{February}), \max(\text{February}), \text{if}(MF_i < \min(\text{February}), \min(\text{February}), MF_i))$$

$$MF_i := \text{if}(MF_i \leq 0.01, MF_i = 0, MF_i) \quad \sigma MF := \text{Stdev}(MF) \quad \sigma MF = 0.828 \quad mXMF := \text{mean}(MF)$$

$$mXMF = 0.721 \quad \min(MF) = 0 \quad \max(MJ) = 5.536 \quad \text{binF} := 20 \quad \text{LowerF} := \min(MF) \quad \text{UpperF} := \max(MF)$$

$$jj := 0.. \text{binF} \quad kk := 0.. \text{binF} - 1 \quad \underline{hF} := \frac{\text{UpperF} - \text{LowerF}}{\text{binF}} \quad \text{intF}_{jj} := \text{LowerF} + hF \cdot jj \quad \lambda F := \frac{1}{mXMF}$$

$$\lambda F = 1.386 \quad fF := \text{hist}(\text{intF}, MF) \quad feF(z, \lambda F) := \lambda F \cdot e^{-\lambda F \cdot z} \quad f1F := \text{hist}(\text{intF}, MF) \quad fedF_{kk} := \frac{f1F_{kk}}{N + 1}$$

$$PF_{kk} := \int_{\text{intF}_{kk}}^{\text{intF}_{kk+1}} feF(z, \lambda F) dz \quad \chi_{F2} := \sum_{kk} \left[\frac{(N \cdot PF_{kk} - f1F_{kk})^2}{N \cdot PF_{kk}} \right] \quad \chi_{F2} = 33.614$$

$$\begin{aligned}
\sigma M &:= \text{Stdev}(\text{March}) & \sigma M &= 1.601 & mXM &:= \text{mean}(\text{March}) & mXM &= 0.675 & \underline{M} &:= 20 & \min M &:= \min(\text{March}) \\
\max M &:= \max(\text{March}) & hM &:= \frac{\max M - \min M}{M - 1} & r &:= 0.. M & dM_r &:= hM \cdot r + \min M & gM &:= \text{hist}(dM, \text{March})
\end{aligned}$$

$$j := 0.. M - 1 \quad \lambda m := \frac{1}{mXM} \quad fM_j := \frac{gM_j}{N \cdot hM} \quad \lambda m = 1.482 \quad fe1M(z, \lambda m) := \lambda m \cdot e^{-\lambda m \cdot z}$$

$$MM_i := \frac{-1}{\lambda m} \cdot \ln(\text{md}(1))$$

$$MM_i := \text{if}(MM_i > \max(\text{March}), \max(\text{March}), \text{if}(MM_i < \min(\text{March}), \min(\text{March}), MM_i))$$

$$MM_i := \text{if}(MM_i \leq 0.01, MM_i = 0, MM_i) \quad mXMM := \text{mean}(MM) \quad mXMM = 0.675 \quad \min(MF) = 0$$

$$\max(MM) = 4.749 \quad \text{binM} := 20 \quad \text{LowerM} := \min(MM) \quad \text{UpperM} := \max(MM) \quad jj := 0.. \text{binM}$$

$$kk := 0.. \text{binM} - 1 \quad hmM := \frac{\text{UpperM} - \text{LowerM}}{\text{binM}} \quad \text{intM}_{jj} := \text{LowerM} + hmM \cdot jj \quad \lambda M := \frac{1}{mXMM} \quad \lambda M = 1.482$$

$$fM := \text{hist}(\text{intM}, MM) \quad feM(z, \lambda M) := \lambda M \cdot e^{-\lambda M \cdot z} \quad f1M := \text{hist}(\text{intM}, MM) \quad fedM_{kk} := \frac{f1M_{kk}}{N + 1}$$

$$PM_{kk} := \int_{\text{intM}_{kk}}^{\text{intM}_{kk+1}} feM(z, \lambda M) dz \quad \chi_{M2} := \sum_{kk} \left[\frac{(N \cdot PM_{kk} - f1M_{kk})^2}{N \cdot PM_{kk}} \right] \quad \chi_{M2} = 35.749$$

$$\begin{aligned}
\sigma A &:= \text{Stdev}(\text{April}) & \sigma A &= 4.782 & mXA &:= \text{mean}(\text{April}) & mXA &= 1.687 & \underline{M} &:= 20 & \min A &:= \min(\text{April}) \\
\max A &:= \max(\text{April}) & hA &:= \frac{\max A - \min A}{M - 1} & r &:= 0.. M
\end{aligned}$$

$$dA_r := hA \cdot r + \min A \quad gA := \text{hist}(dA, \text{April}) \quad j := 0.. M - 1 \quad \lambda a := \frac{1}{mXA} \quad fA_j := \frac{gA_j}{N \cdot hA} \quad \lambda a = 0.593$$

$$fe1A(z, \lambda a) := \lambda a \cdot e^{-\lambda a \cdot z} \quad MA_i := \frac{-1}{\lambda a} \cdot \ln(\text{rnd}(1))$$

$$MA_i := \text{if}(MA_i > \max(\text{April}), \max(\text{April}), \text{if}(MA_i < \min(\text{April}), \min(\text{April}), MA_i))$$

$$MA_i := \text{if}(MA_i \leq 0.01, MA_i = 0, MA_i) \quad \text{binA} := 20 \quad \text{mXMA} := \text{mean}(MA) \quad \text{LowerA} := \min(MA)$$

$$\text{UpperA} := \max(MA) \quad \text{jj} := 0.. \text{binA} \quad \text{kk} := 0.. \text{binA} - 1 \quad \text{hmA} := \frac{\text{UpperA} - \text{LowerA}}{\text{binA}} \quad \text{intA}_{jj} := \text{LowerA} + \text{hmA} \cdot \text{jj}$$

$$\lambda A := \frac{1}{\text{mXMA}} \quad \lambda A = 0.575 \quad fA := \text{hist}(\text{intA}, MA) \quad feA(z, \lambda A) := \lambda A \cdot e^{-\lambda A \cdot z} \quad f1A := \text{hist}(\text{intA}, MA)$$

$$fedA_{kk} := \frac{f1A_{kk}}{N + 1} \quad PA_{kk} := \int_{\text{intA}_{kk}}^{\text{intA}_{kk+1}} feA(z, \lambda A) dz \quad \chi A2 := \sum_{kk} \left[\frac{(N \cdot PA_{kk} - f1A_{kk})^2}{N \cdot PA_{kk}} \right] \quad \chi A2 = 16.554$$

$$t_December_max := \quad L := 310 \quad e := 1.. L - 1 \quad O := 25 \quad s := 0.. O$$

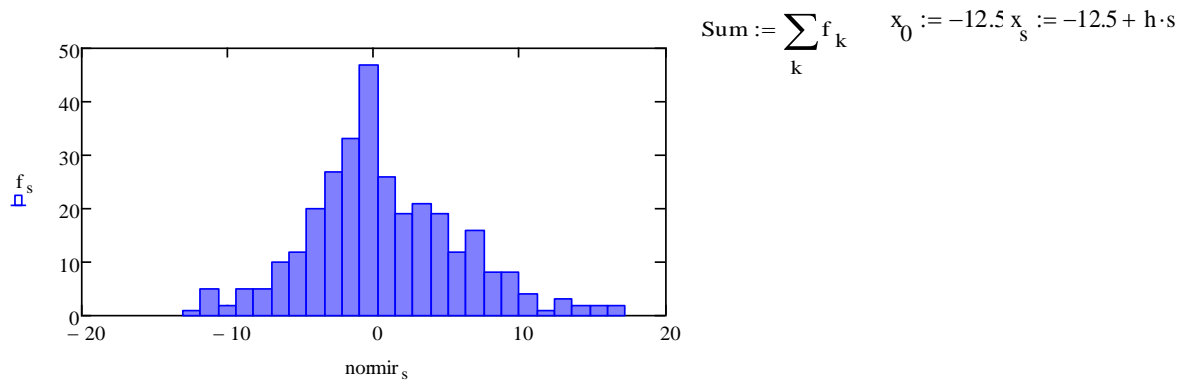
	0	1
0	1.7	-2.9
1	1	-3
2	-0.3	5.3
3	-0.7	7.7
4	-4	13.4
5	-0.3	...

$$k := 0.. O - 1 \quad \text{MtDmax1} := \text{mean}(t_December_max) \quad \text{DtDmax1} := \text{Stdev}(t_December_max)$$

$$\text{MtDmax1} = 1.23$$

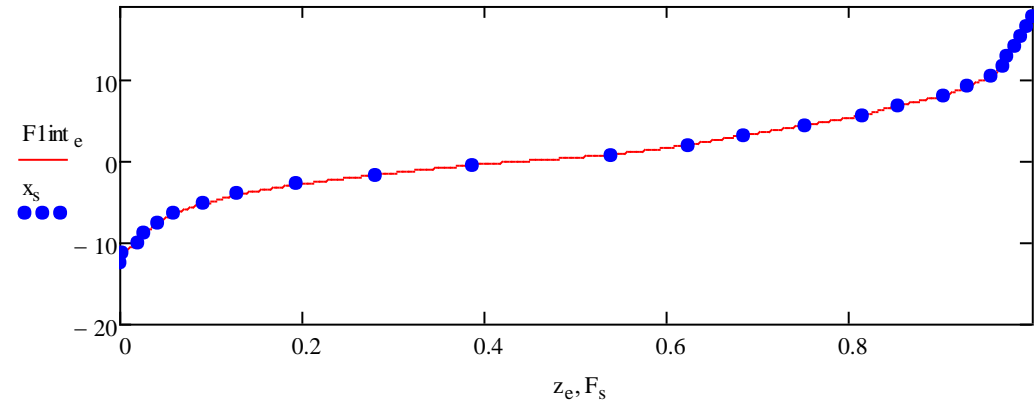
$$\text{DtDmax1} = 5.269 \quad \text{low} := \min(t_December_max) \quad \text{Up} := \max(t_December_max) \quad h := \frac{\text{Up} - \text{low}}{O}$$

$$\text{normir}_s := \text{low} + h \cdot s \quad f := \text{hist}(\text{normir}, t_December_max)$$

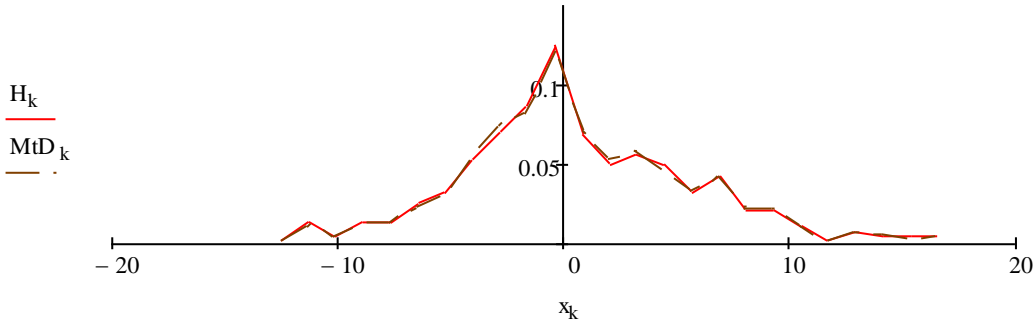
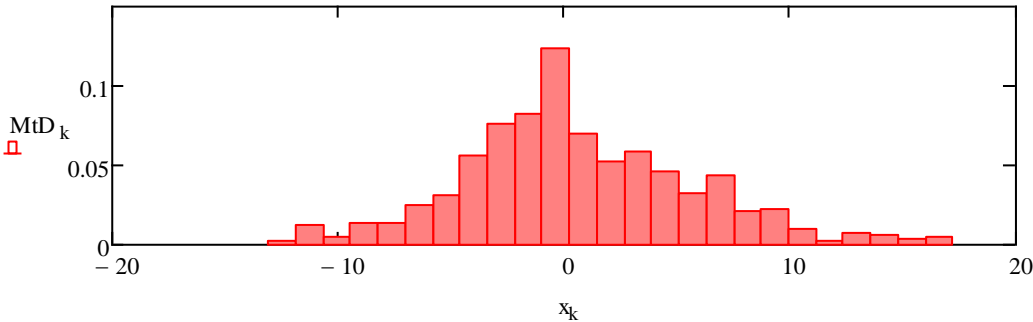


$$\text{Sum} = 310 \quad F_0 := 0 \quad H_k := \frac{f_k}{\text{Sum} \cdot h} \quad z_e := \frac{1}{L - 1} \cdot e \quad F_{k+1} := H_k \cdot h + F_k \quad \text{fit}(z) := \text{linterp}(F, x, z) \quad B := \max(x) + h$$

$F1_{int_e} := \text{fit}(z_e)$



$L1 := 5000 \quad n := 0..L1 - 1 \quad y_n := \text{fit}(\text{md}(1))$
 $y_n := \text{if}[y_n > \max(t_December_max), \max(t_December_max), \text{if}[y_n < \min(t_December_max), \min(t_December_max), (y_n)]]$
 $\underline{G} := \text{hist}(x, y) \quad \text{MtD}_k := \frac{G_k}{L1 \cdot h}$



$D1_k := \frac{|\text{MtD}_k - H_k| \cdot 100}{H_k} \quad \text{maxd} := \max(D1) \quad \text{maxd} = 25.6$

t_December_min :=

	0	1
0	-2.3	-14.7
1	-1.5	-7
2	-3.3	-4.3
3	-5.6	0.4
4	-7.6	4.7
5	-7.9	-2
6	-2.4	...

$\underline{DtDmax1} := \text{Stdev}(t_December_min) \quad \text{MtDmax1} = -4.188 \quad \text{DtDmax1} = 5.156 \quad \underline{low} := \min(t_December_min)$

$D1_k := \frac{|\text{MtD}_k - H_k| \cdot 100}{H_k} \quad \text{maxmd} := \max(D1) \quad \text{maxmd} = 16.3$

-----■
 $L_1 := 341 \quad e2 := 1..L_1 - 1 \quad Oo := 15 \quad s2 := 0..Oo$

$t_January_max :=$

	0	1
0	-1	3
1	-1	...

$$D2_{k2} := \frac{|MtJ_{k2} - H_{2_{k2}}| \cdot 100}{H_{2_{k2}}} \quad \text{maxd} := \max(D2) \quad \text{maxd} = 11.34$$

-----■
 $V_1 := 341 \quad e3 := 1..V_1 - 1 \quad Oo3 := 15 \quad s3 := 0..Oo3$

$t_January_min :=$

	0	1	2
0	-1	-2	-10
1	-2	-2	-1
2	-1	0	-13
3	1	3	-13
4	3	0	-5
5	1	0	1
6	0	3	-1
7	-6	3	0
8	-6	1	0
9	-3	1	...

$k3 := 0..Oo3 - 1 \quad MtJmin3 := \text{mean}(t_January_min) \quad DtJmin3 := \text{Stdev}(t_January_min) \quad MtJmin3 = -2.572$

$$D3_{k3} := \frac{|MtmJ_{k3} - H_{3_{k3}}| \cdot 100}{H_{3_{k3}}} \quad \text{maxj} := \max(D3) \quad \text{maxj} = 14.803$$

-----■
 $t_February_max :=$

	0	1
0	5	-2
1	6	...

$t_February_min :=$

	0	1
0	2	-4
1	2	...

$$D5_{k5} := \frac{|MtmF_{k5} - H_{5_{k5}}| \cdot 100}{H_{5_{k5}}} \quad D4_{k4} := \frac{|MtF_{k4} - H_{4_{k4}}| \cdot 100}{H_{4_{k4}}} \quad \text{maxmf} := \max(D5) \quad \text{maxmf} = 24.41$$

$\text{maxf} := \max(D4) \quad \text{maxf} = 17.06$

-----■
 $t_March_max :=$

	0	1
0	9	4
1	5	...

$t_March_min :=$

	0	1
0	4	1
1	4	...

$ytM_n := \text{if}(ytM_n > \max(t_March_min), \max(t_March_min), \text{if}(ytM_n < \min(t_March_min), \min(t_March_min), ytM_n))$

$ytM_n := \text{if}(ytM_n > \max(t_March_max), \max(t_March_max), \text{if}(ytM_n < \min(t_March_max), \min(t_March_min), ytM_n))$

$$D7_{k7} := \frac{|MtmM_{k7} - H_{7_{k7}}| \cdot 100}{H_{7_{k7}}} \quad D6_{k6} := \frac{|MtM_{k6} - H_{6_{k6}}| \cdot 100}{H_{6_{k6}}} \quad \text{maxmm} := \max(D7) \quad \text{maxmm} = 14.235$$

$\text{maxm} := \max(D6) \quad \text{maxm} = 8.331$

-----■
 $t_April_max :=$

	0	1
0	17	9
1	13	...

$ytA_n := \text{if}(ytA_n > \max(t_April_max), \max(t_April_max), \text{if}(ytA_n < \min(t_April_max), \min(t_April_max), ytM_n))$

$$D8_{k8} := \frac{|MtA_{k8} - H_{8_{k8}}| \cdot 100}{H_{8_{k8}}} \quad \maxa := \max(D8) \quad \maxm = 8.331$$

$$t_April_min :=$$

	0	1
0	13	6
1	9	...

$$ytmA_n := \text{if}(ytmA_n > \max(t_April_min), \max(t_April_min), \text{if}(ytmA_n < \min(t_April_min), \min(t_April_min), ytmA_n))$$

$$D9_{k9} := \frac{|MtA_{k9} - H_{9_{k9}}| \cdot 100}{H_{9_{k9}}} \quad \maxma := \max(D9) \quad \maxma = 22.1$$

$$Wind_February :=$$

	0	1
0	2	6
1	2	...

$$DW_{kv} := \frac{|Mw_{kv} - H_{W_{kv}}| \cdot 100}{H_{W_{kv}}} \quad \maxW := \max(DW) \quad \maxW = 14.84$$

$$Wind_March :=$$

	0	1
0	2.5	6.5
1	4	...

$$Wind_April :=$$

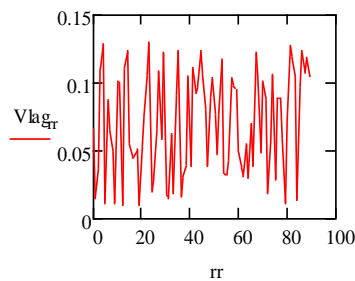
	0	1
0	4	4
1	2.5	...

$$DW3_{kv2} := \frac{|Mw_{kv2} - H_{W3_{kv2}}| \cdot 100}{H_{W3_{kv2}}} \quad \maxW3 := \max(DW3) \quad \maxW3 = 2.836 \times 10^3$$

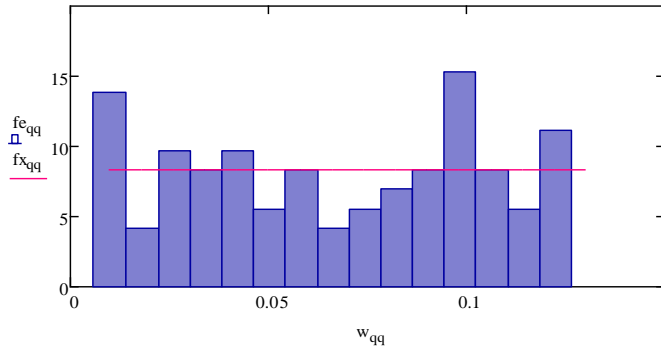
$$RR := 90 \quad Q := 15 \quad b := 0.13 \quad a := 0.01 \quad rr := 0..RR - 1 \quad qq := 0..Q - 1 \quad Vlag_{qr} := (b - a) \cdot \text{rnd}(1) + a$$

$$qq := 0..Q$$

$$w_{qq} := (b - a) \cdot \frac{qq}{Q} + a$$



$$g1 := \text{hist}(w, Vlag) \quad dw := \frac{b - a}{Q} \quad fe_q := \frac{g1_q}{dw \cdot RR} \quad fvl(z) := \frac{1}{b - a} \quad fx_{qq} := fvl(w_{qq})$$



$$w_q := (b - a) \cdot \frac{q}{Q} + a \quad p_q := \int_{w_q}^{w_{q+1}} f_{vl}(z) dz \quad np_q := RR \cdot p_q \quad xi2 := \sum_q \left[\frac{(np_q - g1_q)^2}{np_q} \right] \quad xi2 = 13$$

$$dni := 0..30 \quad Usloviy_{dni} := \text{if}(y_{dni} \leq 5, \text{if}(MD_{dni} > 0, 1, 0), 0) \quad sneg_{dni} := \text{if}(Usloviy_{dni} = 1, MD_{dni}, 0) \\ SnegD := \sum_{dni} sneg_{dni} \quad SnegD = 33.247$$

$$Usloviy_{dni} := \text{if}(ytJ_{dni} \leq 5, \text{if}(MJ_{dni} > 0, 1, 0), 0) \quad sneg_{dni} := \text{if}(Usloviy_{dni} = 1, MJ_{dni}, 0) \quad SnegJ := \sum_{dni} sneg_{dni}$$

$$SnegJ = 27.013$$

$$Usloviy_{dni} := \text{if}(ytF_{dni} \leq 5, \text{if}(MF_{dni} > 0, 1, 0), 0) \quad sneg_{dni} := \text{if}(Usloviy_{dni} = 1, MF_{dni}, 0) \quad SnegF := \sum_{dni} sneg_{dni}$$

$$SnegF = 21.722$$

$$Usloviy_{dni} := \text{if}(ytM_{dni} \leq 5, \text{if}(MM_{dni} > 0, 1, 0), 0) \quad sneg_{dni} := \text{if}(Usloviy_{dni} = 1, MM_{dni}, 0) \quad SnegM := \sum_{dni} sneg_{dni}$$

$$SnegM = 11.492$$

$$Sneg := SnegD + SnegJ + SnegF + SnegM \quad Sneg = 93.474$$

$$teplo := 0..30 \quad teplo1 := 30..61 \quad Teplo_{teplo} := \text{if}(ytm_{teplo} \geq 3, 1, 0)$$

$$TeploA_{teplo1} := \text{if}(ytA_{teplo1} \geq 3, \text{if}(ytmA_{teplo1+1} \geq 3, 1, TeploA_{teplo1-1} = 1), 0)$$

$$\text{Teplo}_{\text{teplo}} \text{ TeploA}_{\text{teplo1}} \text{ ytmM}_{\text{teplo}} = \text{albedo} := 0.6$$

0	1	0.368
0	0	-6.606
1	1	6.929
1	1	6.311
0	0	2.538
1	0	4.685
0	0	0.887
0	0	-1.26
0	0	-7.938
1	0	9.048
0	0	-0.972
1	1	9.873
1	1	3.767
1	0	5.45
0	0	-5.826
...

$$\text{hstaiv}_{\text{teplo}} := 6.2 \left[(1 - \text{albedo}) \left[\text{ytm}_{\text{teplo}} - \frac{(\text{ytm}_{\text{teplo}} + \text{ytmM}_{\text{teplo}})}{2} \right] - 0.23 \left[\frac{(\text{ytm}_{\text{teplo}} + \text{ytmM}_{\text{teplo}})}{2} - \text{ytmM}_{\text{teplo}} \right] + 0.036 \text{yw2}_{\text{teplo}} \left[\frac{\left[\frac{(\text{ytm}_{\text{teplo}} + \text{ytmM}_{\text{teplo}})}{2} + \text{ytm}_{\text{teplo}} + \text{ytmM}_{\text{teplo}} \right]}{3} \right] \right]$$

$$\text{albedo2} := 0.5$$

$$\text{hstaiv2}_{\text{teplo}} := 6.2 \left[(1 - \text{albedo2}) \left[\text{ytm}_{\text{teplo}} - \frac{(\text{ytm}_{\text{teplo}} + \text{ytmM}_{\text{teplo}})}{2} \right] - 0.23 \left[\frac{(\text{ytm}_{\text{teplo}} + \text{ytmM}_{\text{teplo}})}{2} - \text{ytmM}_{\text{teplo}} \right] + 0.036 \text{yw2}_{\text{teplo}} \left[\frac{\left[\frac{(\text{ytm}_{\text{teplo}} + \text{ytmM}_{\text{teplo}})}{2} + \text{ytm}_{\text{teplo}} + \text{ytmM}_{\text{teplo}} \right]}{3} \right] \right]$$

$$\text{albedo3} := 0.3$$

$$\text{hstaiv3}_{\text{teplo}} := 6.2 \left[(1 - \text{albedo3}) \left[\text{ytm}_{\text{teplo}} - \frac{(\text{ytm}_{\text{teplo}} + \text{ytmM}_{\text{teplo}})}{2} \right] - 0.23 \left[\frac{(\text{ytm}_{\text{teplo}} + \text{ytmM}_{\text{teplo}})}{2} - \text{ytmM}_{\text{teplo}} \right] + 0.036 \text{yw2}_{\text{teplo}} \left[\frac{\left[\frac{(\text{ytm}_{\text{teplo}} + \text{ytmM}_{\text{teplo}})}{2} + \text{ytm}_{\text{teplo}} + \text{ytmM}_{\text{teplo}} \right]}{3} \right] \right]$$

$$\text{hstaivM}_{\text{teplo}} := \text{if}(\text{Teplo}_{\text{teplo}} = 1, \text{hstaiv}_{\text{teplo}}, 0) \quad \text{hstaivM2}_{\text{teplo}} := \text{if}(\text{Teplo}_{\text{teplo}} = 1, \text{hstaiv2}_{\text{teplo}}, 0)$$

$$\text{hstaivM3}_{\text{teplo}} := \text{if}(\text{Teplo}_{\text{teplo}} = 1, \text{hstaiv3}_{\text{teplo}}, 0)$$

$$\text{hstaivM2}_{\text{teplo}} \quad \text{hstaivM3}_{\text{teplo}} : \text{hstaivM}_{\text{teplo}} = \sum_{\text{teplo}} \text{hstaivM2}_{\text{teplo}} \quad S = 140.688 \quad \text{Sneg} = 93.474$$

0	0	0
0	0	0
...

$$\text{hstaivA}_{\text{teplo1}} := 6.2 \left[(1 - \text{albedo}) \left[\text{ytA}_{\text{teplo1}} - \frac{(\text{ytA}_{\text{teplo1}} + \text{ytmA}_{\text{teplo1}})}{2} \right] - 0.23 \left[\frac{(\text{ytA}_{\text{teplo1}} + \text{ytmA}_{\text{teplo1}})}{2} - \text{ytmA}_{\text{teplo1}} \right] + 0.036 \text{yw3}_{\text{teplo1}} \left[\frac{\left[\frac{(\text{ytA}_{\text{teplo1}} + \text{ytmA}_{\text{teplo1}})}{2} + \text{ytA}_{\text{teplo1}} + \text{ytmA}_{\text{teplo1}} \right]}{3} \right] \right]$$

$$\text{hstaivA}_{\text{teplo1}} := \text{if}(\text{TeploA}_{\text{teplo1}} = 1, \text{hstaivA}_{\text{teplo1}}, 0) \quad \text{hstaivA2}_{\text{teplo1}} := \text{if}(\text{TeploA}_{\text{teplo1}} = 1, \text{hstaiv2}_{\text{teplo1}}, 0)$$

$$\text{hstaivA3}_{\text{teplo1}} := \text{if}(\text{TeploA}_{\text{teplo1}} = 1, \text{hstaiv3}_{\text{teplo1}}, 0)$$

$hstaivA2_{teplo1}$	$hstaivA3_{teplo1}$	$hstaivA_{teplo1}$	$SA := \sum_{teplo1} hstaivA3_{teplo1} SA = 105.688$
-2.913	-7.877	-0.431	
0	0	0	
20.11	25.25	17.54	
8.685	3.483	11.285	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
5.941	5.771	6.026	
4.776	4.316	5.006	
0	0	0	
0	0	0	
...	

$$HvoodotdachaM_{teplo} := \frac{hstaivM_{teplo}}{1 - Vlag_{teplo}} \quad HvoodotdachaA_{teplo1} := \frac{hstaivA_{teplo1}}{1 - Vlag_{teplo1}}$$

$$HvoodotdachaM_{teplo} \cdot TaliyStok := \sum_{teplo} HvoodotdachaM_{teplo} + \sum_{teplo1} HvoodotdachaA_{teplo1}$$

0
0
0.22
9.317
0
1.254
0
0
0
7.42
0
-1.171
-1.485
5.87
0
...

$$TaliyStok = 269.725$$

$$City := 310.5 \quad F := 2.7 \cdot 10^3 \quad kLes := 0.12 \quad Step := 207 \quad Les := 828 \quad kFild := 0.37 \quad kCity := 0.91 \quad Fild := 724.5$$

$$kStep := 0.75 \quad RainMarch_{teplo} := \text{if}(MM_{teplo} > 0, \text{if}(ytM_{teplo} \geq 3, MM_{teplo}, 0), 0)$$

$$Kd := Les \cdot kLes + Fild \cdot kFild + City \cdot kCity + Step \cdot kStep \quad Kd = 813.51 \quad WMy_{teplo} := 10 \cdot MM_{teplo} \cdot Kd \cdot F$$

$$WJu_{teplo} := 10 \cdot MJu_{teplo} \cdot Kd \cdot F \quad WM_{teplo} := 10 \cdot RainMarch_{teplo} \cdot Kd \cdot F \quad WA_{teplo} := 10 \cdot MA_{teplo} \cdot Kd \cdot F$$

$$WM_{\text{teplo}} = \text{Wstok} := \sum_{\text{teplo}} WM_{\text{teplo}} + \text{TaliyStok} + \sum_{\text{teplo}} WA_{\text{teplo}} \quad \text{Wstok} = 1.26 \times 10^9$$

0
$3.133 \cdot 10^7$
0
$4.048 \cdot 10^6$
0
$1.264 \cdot 10^7$
$1.147 \cdot 10^7$
$4.277 \cdot 10^6$
$8.611 \cdot 10^6$
$1.203 \cdot 10^6$
$2.287 \cdot 10^6$
0
0
$2.021 \cdot 10^7$
$3.457 \cdot 10^6$
...

$$UU := 7 \quad Q0 := 12.7 \quad Q0b := 67 \quad uu := 0..UU - 1$$

$$Lo_{uu} := \text{form} := 1.62 \quad Bbit_{uu} := Fstvora_{uu} := Hbit_{uu} := \tau := 15 \quad vbit_{uu} :=$$

18.902	10	621	0.3	1.5
17.369	25	414	0.4	1.45
12.649	38	248.3	0.5	1.3
15.122	35	269.1	0.55	1.1
13.837	42	248.5	0.65	1
10.417	31	165.6	0.7	0.9
13.198	35	103.5	0.71	0.8

$$WM0_{\text{teplo}} := 10 \text{RainMarch}_{\text{teplo}} \cdot Kd \cdot Fstvora_0 \quad WA0_{\text{teplo}} := 10 MA_{\text{teplo}} \cdot Kd \cdot Fstvora_0 \quad WStokstvor_0 := Wstok$$

$$WstokStvora0 := \sum_{\text{teplo}} WM0_{\text{teplo}} + \text{TaliyStok} + \sum_{\text{teplo}} WA0_{\text{teplo}} \quad Hzatop0 := Hbit_0 \cdot \left(\tau \cdot \frac{Q0}{Q0b} \right)^{\frac{1}{\text{form} + 1.667}}$$

$$Hzatop0 = 0.412 \quad \text{Visvolnpav} := Hzatop0 - Hbit_0 \quad WstokStvora0 = 2.898 \times 10^8 \quad \text{Visvolnpav} = 0.112$$

$$T0frontavoln := 0 \quad Vdviggrebnia0 := \frac{1.5}{\tau} \cdot \left(\frac{Hzatop0}{Hbit_0} \right)^{0.667} \quad Vdviggrebnia0 = 0.124$$

$$Tdobeggrebnzdo0 := \frac{0.33 \cdot Lo_0}{3.6 \cdot Vdviggrebnia0} \quad Tdobeggrebnzdo0 = 14.016 \quad ThvostaDo0 := \frac{(4.324 \cdot WstokStvora0)}{3.6 \cdot Q0 \cdot 10^9 \cdot \text{form}^{0.667}}$$

$$ThvostaDo0 = 0.02 \quad Vmaxpotoka0 := \sqrt{\frac{9.81 \cdot Hzatop0}{(\text{form} + 1)2}} \quad Vmaxpotoka0 = 0.879 \quad \text{stepen} := \text{form} \cdot \ln \left(\frac{Hzatop0}{Hbit_0} \right)$$

$$Bmaxpotoka0 := 10 \cdot \exp(\text{stepen}) \quad Bmaxpotoka0 = 16.737$$

$$Qbit_{uu} := \frac{Hbit_{uu} \cdot Bbit_{uu} \cdot vbit_{uu}}{(\text{form} + 1) \cdot \tau} \quad L1d0 := 17.36$$

$$Qbit_{uu} = \quad L2d0 := 12.649 + 17.365 \quad L3d0 := L2d0 + 15.12 \quad L4d0 := L3d0 + 13.83 \quad L5d0 := L4d0 + 10.41$$

0.115
0.369
0.628
0.539
0.695
0.497
0.506

$$L6d0 := L5d0 + 13.198 \quad Lj_1 := L1d0 - 18.902 \quad Lj_2 := L2d0 - L1d0 \quad Lj_1 = -1.533 \quad Lj_3 := L3d0 - L2d0$$

$$Lj_4 := L4d0 - L3d0 \quad Lj_5 := L5d0 - L4d0 \quad Lj_6 := L6d0 - L5d0 \quad CdiviFrontavoli_{uu} := \sqrt{\frac{9.81 \cdot Hbit_{uu}}{form + 1}}$$

$$CdiviFrontavoli_{uu} \quad Tdobegfrontadoistvora_0 := 0 \quad Tdobegfrontadoistvora_1 := 0 + \frac{2 \cdot Lo_1}{3.6(vbit_0 + CdiviFrontavoli_1)}$$

1.06
1.224
1.368
1.435
1.56
1.619
1.63

$$Tdobegfrontadoistvora_1 = 3.543$$

$$Tdobegfrontadoistvora_2 := Tdobegfrontadoistvora_1 + \frac{2 \cdot Lo_2}{3.6(vbit_1 + CdiviFrontavoli_2)}$$

$$Tdobegfrontadoistvora_2 = 6.036$$

$$Tdobegfrontadoistvora_3 := Tdobegfrontadoistvora_2 + \frac{2 \cdot Lo_3}{3.6(vbit_2 + CdiviFrontavoli_3)}$$

$$Tdobegfrontadoistvora_3 = 9.108$$

$$Tdobegfrontadoistvora_4 := Tdobegfrontadoistvora_3 + \frac{2 \cdot Lo_4}{3.6(vbit_3 + CdiviFrontavoli_4)}$$

$$Tdobegfrontadoistvora_4 = 11.998$$

$$Tdobegfrontadoistvora_5 := Tdobegfrontadoistvora_4 + \frac{2 \cdot Lo_5}{3.6(vbit_4 + CdiviFrontavoli_5)}$$

$$Tdobegfrontadoistvora_5 = 14.207$$

$$Tdobegfrontadoistvora_6 := Tdobegfrontadoistvora_5 + \frac{13.1982}{3.6(vbit_4 + CdiviFrontavoli_6)}$$

$$Tdobegfrontadoistvora_6 = 15.601$$

-----■

$$Thvostai_1 := 0 + \frac{2 \cdot Lo_1}{3.6 \cdot vbit_1} \quad Thvostai_1 = 6.655 \quad Thvostai_2 := Tdobegfrontadoistvora_1 + \frac{2 \cdot Lo_2}{3.6 \cdot vbit_2}$$

$$\text{Thvostai}_2 = 8.948 \quad \text{Thvostai}_3 := \text{Tdobegfrontadoistvora}_2 + \frac{2 \cdot \text{Lo}_3}{3.6 \cdot \text{vbit}_3} \quad \text{Thvostai}_3 = 13.673$$

$$\text{Thvostai}_4 := \text{Tdobegfrontadoistvora}_3 + \frac{2 \cdot \text{Lo}_4}{3.6 \cdot \text{vbit}_4} \quad \text{Thvostai}_4 = 16.795$$

$$\text{Thvostai}_5 := \text{Tdobegfrontadoistvora}_4 + \frac{2 \cdot \text{Lo}_5}{3.6 \cdot \text{vbit}_5} \quad \text{Thvostai}_5 = 18.428$$

$$\text{Thvostai}_6 := \text{Tdobegfrontadoistvora}_5 + \frac{2 \cdot \text{Lo}_6}{3.6 \cdot \text{vbit}_6} \quad \text{Thvostai}_6 = 23.373$$

$$\text{ProdZatopl}_{uu} := \text{Thvostai}_{uu} - \text{Tdobegfrontadoistvora}_{uu}$$

$$\text{ProdZatopl}_{uu}$$

0
3.112
2.912
4.566
4.797
4.22
7.772

$$\text{Kd0} := 496.8 \text{ kLes} + 31.05 \text{ kCity} + 93.15 \text{ kStep} \quad \text{Kd1} := 82.8 \text{ kLes} + 165.6 \text{ kFild} + 124.2 \text{ kCity} + 41.4 \text{ kStep}$$

$$\text{Kd2} := 37.25 \text{ kLes} + 99.32 \text{ kFild} + 62.08 \text{ kCity} + 49.65 \text{ kStep}$$

$$\text{Kd3} := 67.27 \text{ kLes} + 80.73 \text{ kFild} + 80.73 \text{ kCity} + 40.37 \text{ kStep}$$

$$\text{Kd4} := 49.7 \text{ kLes} + 62.125 \text{ kFild} + 111.83 \text{ kCity} + 24.85 \text{ kStep}$$

$$\text{Kd5} := 8.28 \text{ kLes} + 49.68 \text{ kFild} + 74.42 \text{ kCity} + 16.72 \text{ kStep}$$

$$\text{Kd6} := 10.35 \text{ kLes} + 51.75 \text{ kFild} + 31.05 \text{ kCity} + 10.35 \text{ kStep}$$

$$\text{WM1}_{\text{teplo}} := 10 \cdot \text{RainMarch}_{\text{teplo}} \cdot \text{Kd1} \cdot \text{Fstvora}_1 \quad \text{WA1}_{\text{teplo}} := 10 \cdot \text{MA}_{\text{teplo}} \cdot \text{Kd1} \cdot \text{Fstvora}_1$$

$$\text{WstokStvora1} := \sum_{\text{teplo}} \text{WM1}_{\text{teplo}} + \text{TaliyStok} + \sum_{\text{teplo}} \text{WA1}_{\text{teplo}} \quad \text{WstokStvora1} = 5.153 \times 10^7$$

$$\text{WM2}_{\text{teplo}} := 10 \cdot \text{RainMarch}_{\text{teplo}} \cdot \text{Kd2} \cdot \text{Fstvora}_2 \quad \text{WA2}_{\text{teplo}} := 10 \cdot \text{MA}_{\text{teplo}} \cdot \text{Kd2} \cdot \text{Fstvora}_2$$

$$\text{WstokStvora2} := \sum_{\text{teplo}} \text{WM2}_{\text{teplo}} + \text{TaliyStok} + \sum_{\text{teplo}} \text{WA2}_{\text{teplo}} \quad \text{WstokStvora2} = 1.951 \times 10^7$$

$$\text{WM3}_{\text{teplo}} := 10 \cdot \text{RainMarch}_{\text{teplo}} \cdot \text{Kd3} \cdot \text{Fstvora}_3 \quad \text{WA3}_{\text{teplo}} := 10 \cdot \text{MA}_{\text{teplo}} \cdot \text{Kd3} \cdot \text{Fstvora}_3$$

$$\text{WstokStvora3} := \sum_{\text{teplo}} \text{WM3}_{\text{teplo}} + \text{TaliyStok} + \sum_{\text{teplo}} \text{WA3}_{\text{teplo}} \quad \text{WstokStvora3} = 2.212 \times 10^7$$

$$\text{WM4}_{\text{teplo}} := 10 \cdot \text{RainMarch}_{\text{teplo}} \cdot \text{Kd4} \cdot \text{Fstvora}_4 \quad \text{WA4}_{\text{teplo}} := 10 \cdot \text{MA}_{\text{teplo}} \cdot \text{Kd4} \cdot \text{Fstvora}_4$$

$$\text{WstokStvora4} := \sum_{\text{teplo}} \text{WM4}_{\text{teplo}} + \text{TaliyStok} + \sum_{\text{teplo}} \text{WA4}_{\text{teplo}} \quad \text{WstokStvora4} = 2.144 \times 10^7$$

$$\text{WM5}_{\text{teplo}} := 10 \cdot \text{RainMarch}_{\text{teplo}} \cdot \text{Kd5} \cdot \text{Fstvora}_5 \quad \text{WA5}_{\text{teplo}} := 10 \cdot \text{MA}_{\text{teplo}} \cdot \text{Kd5} \cdot \text{Fstvora}_5$$

$$WstokStvora5 := \sum_{teplo} WM5_{teplo} + TaliyStok + \sum_{teplo} WA5_{teplo} \quad WstokStvora5 = 9.53 \times 10^6$$

$$WM6_{teplo} := 10 \cdot RainMarch_{teplo} \cdot Kd6 \cdot Fstvora_6 \quad WA6_{teplo} := 10 \cdot MA_{teplo} \cdot Kd6 \cdot Fstvora_6$$

$$WstokStvora6 := \sum_{teplo} WM6_{teplo} + TaliyStok + \sum_{teplo} WA6_{teplo}$$

$$WstokStvora6 = 3.374 \times 10^6$$

$$Qmaxrash_0 := 0 \quad Qmaxrash_3 := \frac{2 \cdot WstokStvora3}{3.6 \cdot ProdZatopl_3} \quad Qmaxrash_1 := \frac{2 \cdot WstokStvora1}{3.6 \cdot ProdZatopl_1} \quad Qmaxrash_3 = 2.692 \times 10^6$$

$$Qmaxrash_1 = 9.198 \times 10^6 \quad Qmaxrash_4 := \frac{2 \cdot WstokStvora4}{3.6 \cdot ProdZatopl_4} \quad Qmaxrash_2 := \frac{2 \cdot WstokStvora2}{3.6 \cdot ProdZatopl_2}$$

$$Qmaxrash_4 = 2.482 \times 10^6 \quad Qmaxrash_2 = 3.722 \times 10^6 \quad Qmaxrash_6 := \frac{2 \cdot WstokStvora6}{3.6 \cdot ProdZatopl_6}$$

$$Qmaxrash_5 := \frac{2 \cdot WstokStvora5}{3.6 \cdot ProdZatopl_5} \quad Qmaxrash_6 = 2.412 \times 10^5 \quad Qmaxrash_5 = 1.254 \times 10^6$$

$$Hmaxglub_{uu} := Hbit_{uu} \cdot \left(\frac{Qmaxrash_{uu} \cdot \tau \cdot 10^{-6}}{Qbit_{uu}} \right)^{\frac{1}{form+1.667}}$$

$$Hmaxglub_{uu} \quad Hvolnpavodka_{uu} := (Hmaxglub_{uu} - Hbit_{uu}) \quad Hvolnpavodka_{uu} \quad b \quad Vmaxvstvore_{uu} := \sqrt{\frac{9.81 \cdot Hmaxglub_{uu}}{2 \cdot (form + 1)}}$$

0
2.425
1.958
2.045
2.183
2.115
1.292

-0.3
2.025
1.458
1.495
1.533
1.415
0.582

$$Vmaxvstvore_{uu}$$

0
2.131
1.914
1.957
2.021
1.99
1.555

$$ui := 1..6 \quad Bprivcp_{ui} := \frac{Bbit_{ui} + Bbit_{ui-1}}{2} \quad Bprivcp_{ui} = Bcpmax_{ui} := Bprivcp_{ui} \cdot \exp\left(\text{form} \cdot \ln\left(\frac{Hmaxglub_{ui}}{Hbit_{ui}}\right)\right)$$

17.5
31.5
36.5
38.5
36.5
33

$$Bcpmax_{ui} =$$

324.38
287.498
306.381
273.96
218.844
87.025

$$\begin{aligned} Szatopleniy_0 &:= \frac{Bcpmax_0 \cdot 18.902}{1000} & Szatopleniy_0 &= 0 & Szatopleniy_1 &:= \frac{Bcpmax_1 \cdot 17.365}{1000} & Szatopleniy_1 &= 5.634 \\ Szatopleniy_2 &:= \frac{Bcpmax_2 \cdot 12.645}{1000} & Szatopleniy_2 &= 3.637 & Szatopleniy_3 &:= \frac{Bcpmax_3 \cdot 15.122}{1000} & Szatopleniy_3 &= 4.633 \\ Szatopleniy_4 &:= \frac{Bcpmax_4 \cdot 13.837}{1000} & Szatopleniy_4 &= 3.791 & Szatopleniy_5 &:= \frac{Bcpmax_5 \cdot 10.417}{1000} & Szatopleniy_5 &= 2.28 \\ Szatopleniy_6 &:= \frac{Bcpmax_6 \cdot 13.198}{1000} & Szatopleniy_6 &= 1.149 \end{aligned}$$

$$SSS := \sum_{uu} Szatopleniy_{uu} \quad SSS = 21.123$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Концепция системной реализации разработанного геоинформационного обеспечения

Позиционирование системы

Цель системы

Целью системы является обеспечение принятия решения о потенциальной алмазоносности участка для дальнейшего прогнозирования, поиска и обнаружения месторождений алмазов, путем локализации и зонирования территорий.

Производственные проблемы

Описание производственных проблем для решения, которых будет использована разрабатываемая система, представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Производственные проблемы

№	Проблема	Факторы оказывающие влияние на проблему	Преимущества получаемых при решении проблемы
1	Высокая стоимости оборудования для отбора образцов	Глубина залегания пород, удаленность исследуемых зон сочленения и специфика оборудования	Возможность анализа труднодоступных участков дистанционно без применения дорогого оборудования
2	Трудоемкость процесса сбора и обработки образцов, отсутствие комплексного систематического подхода	Отсутствие прямого доступа к глубинным залежам пород. Процесс не автоматизирован, алгоритм систематизации не понятный для машинного языка	Решение принимается автоматически, исходя из комплексного анализа систематизированных прямых и косвенных признаков
3	Недостаточное количество априорных данных для анализа	Проведение контактного анализа, является долгим и трудоемким процессом, который имеет высокую стоимость, это обусловлено дороговизной оборудованиям	По косвенным дешифровочным признакам определяются прямые признаки, что существенно экономит средства; Увеличение базы знаний за счет дистанционного анализа

Место системы на рынке

Система разработана на совместном использование комплекса методов, основанных на косвенных дешифровочных признаках, сформированных по эталонным участкам, выбранным в соответствии с исторически обоснованными местами залегания кимберлита и результатов анализа данных ДЗЗ.

Среди продуктов на рынке АС аналоги не найдены. Вся известная на данный момент продукция, рассчитана на поиск алмазов, или анализ и модернизацию уже

разработанных мест рождения, к примеру, АС ППТР КСМ, а не на целесообразное определение потенциальной алмазоносности участков.

АС рассчитан на неограниченное количество пользователей, компетентных в сфере дешифровки.

При создании системы затраты составили сумму 2951573,78 руб.

Поддержка системы осуществляется с помощью Idrisi, Erdas Imagine и модуля из пакета ArcGIS. В таблице 2 представлено описание позиционирования системы на рынке.

Таблица 2 – Позиционирование системы

Наименование системы	Система принятия решения Diamond
Потребители системы	Инженеры по минерально-сырьевым ресурсам и операторы ГИС
Возможности системы	Анализ прямых и косвенных признаков; составление базы решающих правил с весовыми коэффициентами и дальнейшим принятием решения; локализация потенциально алмазоносных участков путем зонирования
В каком качестве используется система	Служит для принятия решения о потенциальной алмазоносности исследуемых участков для дальнейшего прогнозирования, поиска и обнаружения месторождений алмазов
Конкурирующие продукты	Аналогов на рынке не найдено
Преимущества системы	АС Diamond направлен на поиск и определение потенциальной алмазоносности участков, а не только на анализ и модернизацию уже разработанных мест рождения

Описание заинтересованных лиц и пользователей системы

Заинтересованные в покупке или разработке системы лица, не являющиеся ее пользователями, описание в таблице 3

Таблица 3 – Наименование роли заинтересованного лица

ФИО, должность	Кустов Сергей Александрович - Генеральный директор
Подразделение, предприятие	Управление техническими проектами, ООО СК-Гарант.
Тип заинтересованного лица	Представитель заказчика
Описание обязанностей	Участие в проектах, в качестве постановщика задачи.
Описание обязанности по отношению к системе	Рецензирование моделей, предоставление данных содержащих специализированную информацию, при проведении геологоразведочных работ.
Опыт работы и квалификация	25 – летний опыт работы, специалист высшей квалификации.
Критерий успешного завершения проекта	Принятие решения о потенциальной алмазоносности анализируемого участка.
Комментарии	Проблемой, влияющие на успешное завершение проекта является качество входных материалов.

Ограничения:

- Система должна быть реализована с использованием многозвенной архитектуры.
- Требования к производительности системы – время формирования любого отчета в системе не должна превышать 15 сек.

– Требования к надежности системы – система должна иметь механизмы резервного копирования и восстановления данных, как после программных сбоев, так и при отказе аппаратуры или прекращения подачи электроэнергии, также в ней необходимо предусмотреть работу транзакций.

– Нарботка на отказ должна составлять не менее 24 часов.

Требования к аппаратуре:

– сервер БД на базе ЭВМ RS 6000 с оперативной памятью не менее 4000Мб, дисковым накопителем, объемом не менее 2000 МГц, сетевой платой Ethernet для RS 6000;

– техническая машина (по числу рабочих мест), каждая из которых имеет процессор Intel Cora i5 2300 МГц, оперативную память 4096Мб DDR4 — 2133МГц, видеокарту NVIDIA GeForce GT 940MX,204В+16325Мб, дополнительная карта HD Graphics 520

– лазерный принтер HP Color;

– роутер TP — LinKArcherC2AC7;

– источники резервного питания для файл-сервера

– требования к используемым операционные системам:

– Windows10 (64bit) или Windows 8 (64bit);

– Idrisi и Erdas Imagine

Документация по системе должна разрабатываться в соответствии с требованиями ГОСТ РД 50-34.698-90.

По системе разрабатываются следующие документы:

Техническое задание (ГОСТ РД 50 - 34.602-89);

Программа и методика испытаний (РД 50-34.698-90);

Руководство пользователя (РД 50-34.698-90).

Затраты на реализацию

Для реализации данной системы были использованные материалы и комплектующие представление в таблице 4

Таблица 4—Характеристика и стоимость материалов

Наименование материалов и комплектующих	Количество материалов	Модель	Характеристики	Цена (р)
Картриджи для принтера	1(шт.)	CLP - K350A CLP - P300C	Черный 4000с Цветной 1000с	4355 7980
Бумага	2(пачки)		Для цветной лазерной печати, 250с. Для черно-белой лазерной печати,125с.	900 150

Выбор именно этих картриджей базируется на высоком качестве конечной продукции, а также на легкости их обслуживания, а именно заправки и чистке материала.

Бумага была выбрана по следующим параметрам:

Специально предназначенная для лазерной печати;

Невысокая стоимость материала относительно других вариантов с такой же характеристикой.

Для выполнения работы необходимо получить:

POWindows 10;

Idrisi;

Erdas Imagine;

Снимки ДЗЗ с яркостной температурой и лазерным профилированием.

Для выполнения данного проекта было необходимо получить программное обеспечение, снимки ДЗЗ и т.д. Затраты приведены в таблице 5.

Таблица 5 — Стоимость ПО и снимков ДЗЗ

Наименование	Количество	Цена (р)
POWindows 10	1 шт.	11200
Idrisi	1 шт.	Для студентов 13000 Для коммерческих 55000
Erdas Imagine	1 шт.	70800
Оплата интернета	1 месяц (без лимит)	240
Снимки ДЗЗ с яркостной температурой и лазерным профилированием	1 км ²	5124
Снимки кс, ресурс ДК1	1 км ²	120

Выбор данного программного обеспечения обусловлен спецификой выполняемой работы.

Снимки для проведения анализа делятся на 2 категории:

Данные ДЗЗ необходимы в количестве 6 снимков, так как нужна информация о тепловой температуре и лазерном профилировании на 3 участках, имеющих площади 1200 м, 2 из них это места разработанных залежей алмазов и 1 это потенциальное месторождение, стоимость снимков составляет 200 дол. за 1 км², а при дешифровке—3 тыс. дол.

Данные КС необходимы в количестве 12 снимков, так как площадь 3 исследуемых объектов равна от 1 км² до 1.25 км², а точность покрытия исследуемой территории составляет от 25% до 80 % то для проведения исследования на каждый участок необходима информация, полученная с 2 ракурсов в 2 сезона. Стоимость обусловлена выбором источника, которым стал российский геопортал “Роскосмоса” цена за снимки космического аппарата (КА) «Метеор-М1» колеблется в районе 10 копеек за квадратный километр (разрешение 50—100 метров), а стоимость данных КА «Ресурс-ДК1» разрешением до 2-х метров составляет 150 рублей за квадратный километр. «Конкурентоспособность этих цен подтверждается тем, что данные российских спутников востребованы и зарубежными пользователями.

При выполнении работы используется такое оборудование:

- лазерный принтер HP Color (первоначальная стоимость 32000 р.);
- компьютер (первоначальная стоимость 34000 р.);
- роутер TP-LinKArcherC2AC7 (первоначальная стоимость 3500 р.).

Себестоимость продукта представлена в таблице 6

Таблица 6 — Затраты на себестоимость продукта

Вид затрат	Затраты (р)
Стоимость материалов	12650
Стоимость покупных комплектующих	4500
Амортизация оборудования	14300
Возмещение стоимости использованных инструментов	1500
Заработная плата	44500
Единый социальный взнос	9070,97
Суммарные затраты	400276,97

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Научная публикация

